

HARVARD UNIVERSITY.



LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

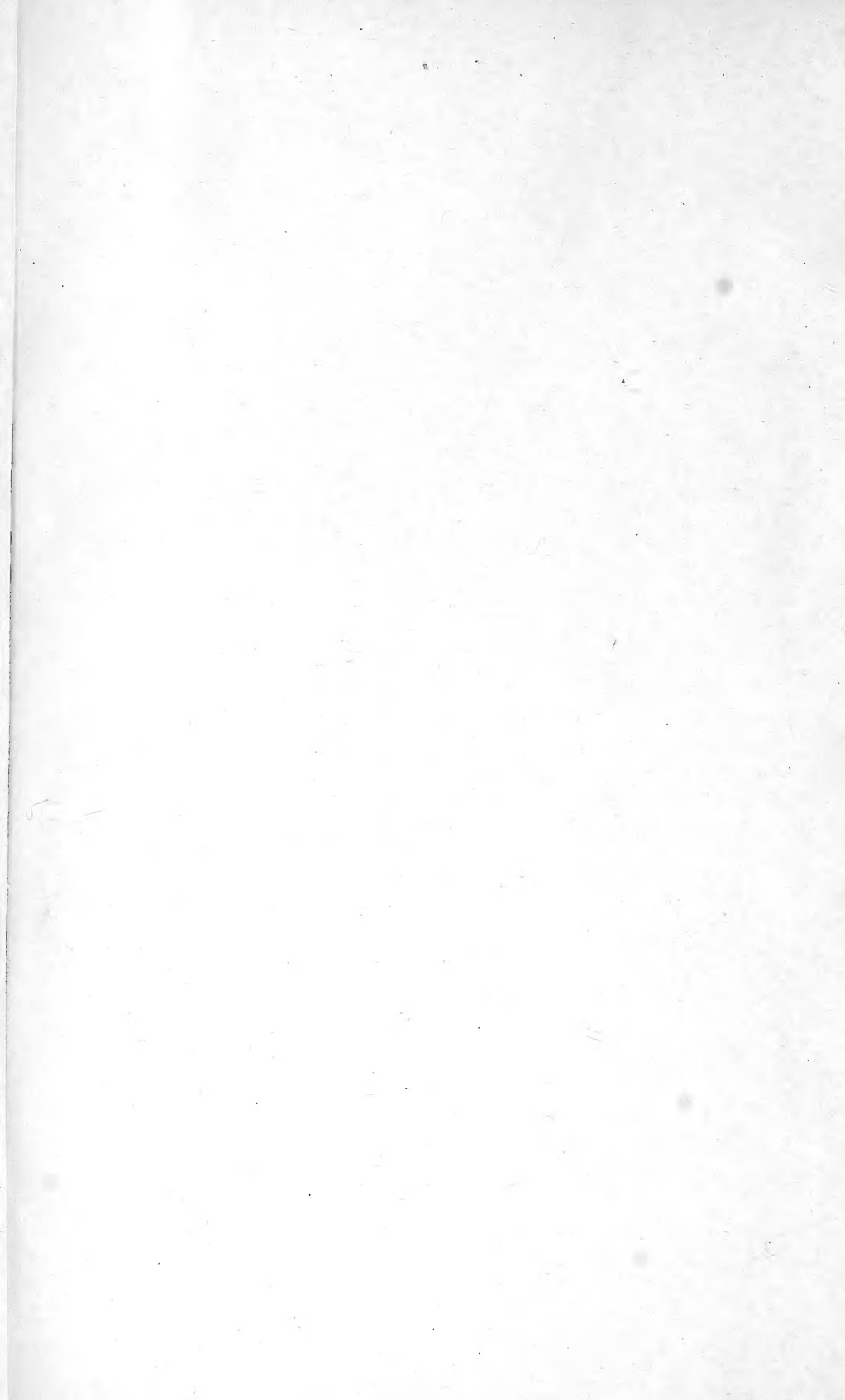
12,080

Bought

June 18, 1912 - March 12, 1913.











# Internationale Monatsschrift

für

# Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan, S. Ramón y Cajal in Madrid, H. F. Formad in Philadelphia, C. Golgi in Pavia, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge, G. Retzius in Stockholm

**E. A. Schäfer**

in Edinburg

**L. Testut**

in Lyon

und

**Fr. Kopsch**

in Berlin.

Band XXIX.



LEIPZIG 1913

Verlag von Georg Thieme.

A





# Inhalt.

	Seite
Dott. <b>Andrea Mannu</b> , Sulla formazione dei Recessi mesenteriali e del cosiddetto paramesenterio nei Rettili ( <i>Gongylus ocellatus</i> ). (Con Tav. I—III e 8 Fig.) . . . . .	1
<b>Osv. Polimanti</b> , Contributi alla Fisiologia del sistema nervoso centrale e del movimento negli animali inferiori. (IV.) (Con 2 Tav. [IV/V] e 49 Figure nel testo) . . . . .	70
<b>D. Tretjakoff</b> , Das Auge vom Renntier. (Mit Tafel VI und 10 Figuren im Text) . . . . .	150
<b>Fr. Kopsch</b> , Referate . . . . .	202
Dott. <b>Camillo Mobilio</b> , Topografia cranio-encefalica del cane preceduta dalla descrizione del mantello cerebrale. (Con Tav. VII, VIII) . . . . .	205
Cand. med. <b>Otto Rosenbaum</b> , Über die Struktur der Grundsubstanz des Netzknoirpels. (Mit Tafel IX) . . . . .	264
Cand. med. <b>Bruno Griesmann</b> , Über die fibrilläre Struktur des Sarkoleimms . . . . .	268
Dott. <b>Celestino Gozzi</b> , Contributo allo studio della Fisiopatologia dell'apparato Tiro-paratiroideo. (Con Tav. X, XI) . . . .	273
<b>Fr. Kopsch</b> , Referat . . . . .	320
<b>Livio Fiorio</b> , Ricerche sulle relazioni morfologiche fra leucociti, globuli rossi e cellule del connettivo. (Colla Tav. XII) . .	321
<b>Rud. Hürlimann</b> , Die arteriellen Kopfgefäße der Katze. (Mit Tafel XIII und 4 Textfiguren) . . . . .	371
Dott. <b>Giuseppe D'Agata</b> , Sulla genesi del grasso e sulle modificazioni dell'apparato mitocondriale nell'intossicazione difterica. (Con Tav. XIV) . . . . .	443

	Seite
Dott. <b>Giuseppe D'Agata</b> , Autolisi asettica e forme mieliniche post-mortali . . . . .	460
<b>Fr. Kopsch</b> , Referat . . . . .	471
<b>E. V. Cowdry</b> , The relations of mitochondria and other cytoplasmic constituents in spinal ganglion cells of the pigeon. (With plates XV—XVII) . . . . .	473
<b>Osv. Polimanti</b> , Sugli effetti consecutivi al taglio del nervo Ottavo (VIII) nei pesci ( <i>Trigla</i> sp. div.). (Con 20 figg.)	505
Dott. <b>G. Marsiglia</b> , Le Fibre elastiche nelle capsule articolari. (Con Tav. XVIII.) . . . . .	541
<b>Fr. Kopsch</b> , Referate . . . . .	547

---

12,080

# Internationale Monatsschrift

für

# Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan, S. Ramón y Cajal in Madrid, H. F. Formad in Philadelphia, C. Golgi in Pavia, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge, G. Retzius in Stockholm

**E. A. Schäfer**

in Edinburg

**L. Testut**

in Lyon

und

**Fr. Kopsch**

in Berlin.

Band XXIX. Heft 1/3.

---

LEIPZIG 1912

Verlag von Georg Thieme.

# Inhalt.

Dr. <b>Andrea Mannu</b> , Sulla formazione dei Recessi mesenteriali e del cosidetto paramesenterio nei Rettili ( <i>Gongylus ocellatus</i> ). (Con Tav. I—III e 8 Fig.)	1
<b>Osv. Polimanti</b> , Contributi alla Fisiologia del sistema nervoso centrale e del movimento negli animali inferiori. (IV.) (Con 2 Tav. [IV/V] e 49 Figure nel testo)	70
<b>D. Tretjakoff</b> , Das Auge vom Renntier. (Mit Tafel V und 10 Figuren im Text)	150
<b>Fr. Kopsch</b> , Referate	202

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 50 Sonderabdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden direkt an die Redaktion: Prof. Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf bei Berlin, Kaiserplatz 2, erbeten.

*Reprints. Contributors desiring more than 50 extra copies of their articles can obtain them at reasonable rates by application to the publisher Georg Thieme, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Germany.*

*Contributions* (French, English, German, Italian or Latin) should be sent to the associate editors or to the editor Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf by Berlin, Kaiserplatz 2.

**Avis.** Les auteurs des mémoires insérés dans ce journal qui désireront plus de 50 tirages à part de leurs articles, les obtiendront à des prix modérés en s'adressant à M. Georg Thieme, libraire-éditeur, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Allemagne.

Les articles écrits *en allemand, en anglais, en français, en italien ou en latin* doivent être adressés à l'un des Professeurs qui publient le journal, ou à M. Fr. Kopsch à Wilmersdorf près de Berlin, Kaiserplatz 2.

## Die bisher erschienenen Bände kosten:

Bd.	I	M.	40.—	Bd.	XV	M.	73.—
	II	"	52.—		XVI	"	70.50.
"	III	"	47.50.	"	XVII	"	65.—
"	IV	"	72.—	"	XVIII	"	75.—
"	V	"	63.—	"	XIX	"	50.—
"	VI	"	77.50.	"	XX	"	59.—
"	VII	"	87.—	"	XXI	"	70.—
"	VIII	"	100.—	"	XXII	"	50.—
"	IX	"	76.30.	"	XXIII	"	55.—
"	X	"	93.50.	"	XXIV	"	78.—
"	XI	"	92.60.	"	XXV	"	56.—
"	XII	"	79.—	"	XXVI	"	60.—
"	XIII	"	76.10.	"	XXVII	"	78.60.
"	XIV	"	48.30.	"	XXVIII	"	70.—

Bd. I—XXV statt M. 1706.30 nur **M. 1200.— bar.**



## **Sulla formazione dei Recessi mesenteriali e del cosiddetto paramesenterio nei Rettili (*Gongylus ocellatus*).**

Per il

Dott. **Andrea Mannu.**

---

(Con Tav. I—III e 8 Fig.)

---

In un mio lavoro pubblicato recentemente nell'Archivio di Anatomia [17], ho preso in esame alcuni stadii di sviluppo di *Gongylus ocellatus*, allo scopo di dimostrare, contro alcune affermazioni del Prof. Giannelli, intorno allo sviluppo dei polmoni, che questi non originano da un abbozzo unico, ma sono dovuti, fin dal loro primo apparire, a due insenature della parete ventro-laterale dell'intestino anteriore, chiamate „doccie polmonari“. In questo periodo non si ha ancora accenno alcuno alla formazione del tubo tracheale, il quale si manifesta più tardi sotto l'apparenza di una doccia della parete ventrale dell'intestino: doccia laringo-tracheale, la quale comincia a formarsi nel suo segmento più caudale e progredisce in seguito caudo-cranialmente. Anche la separazione di essa dall'intestino procede nello stesso modo, cioè caudo-cranialmente, e questa separazione, per quanto io ho potuto vedere, avviene per avvicinamento e fusione delle pareti laterali dell'intestino. Nei più giovani embrioni esaminati io non ho trovato una evidente continuità tra l'abbozzo del tubo laringo-tracheale e l'origine dei tubi polmonari; l'estremità caudale di questo abbozzo giungeva bensì fino a livello dell'origine dei sacchi polmonari, ma si trovava interposta a queste formazioni, alle quali costituiva quasi

una doccia di unione. Solo in periodi molto avanzati nello sviluppo, le cavità dei tubi polmonari appaiono lateralmente nella continuazione della cavità laringo-tracheale. I tubi polmonari cominciano a manifestarsi quasi contemporaneamente all'apparire dell'abbozzo laringo-tracheale; essi progrediscono cranio-caudalmente e sono circondati da un abbozzo mesodermale, il quale costituisce dapprima una formazione unica per il due polmoni. In seguito, col progredire lo sviluppo, l'abbozzo mesodermale presenta notevoli variazioni, dovuti soprattutto alla formazione dei Recessi della cavità celomatica e del cosiddetto paramesenterio.

Studiare ora l'origine e il comportamento di questi Recessi e del paramesenterio è lo scopo che mi sono proposto in questo lavoro.

---

Non esporrò dettagliatamente la vasta letteratura sull'argomento che si può consultare nel noto e pregevole lavoro di *Broman* intorno allo sviluppo della Bursa omentalis, ma prenderò in esame in modo speciale le ricerche finora fatte sui Rettili, essendo il mio materiale limitato ad una specie di quest'Ordine (*Gongylus ocellatus*).

*Broman* [2—3] studiò in tutti i Vertebrati, compreso l'uomo, i vari recessi del mesenterio, con profonda conoscenza dell'argomento, valendosi per alcune specie di abbondante materiale. Ecco come si esprime riguardo al modo generale di presentarsi queste formazioni nei Vertebrati e alle loro cause, nella sua monografia del 1904: „Bei allen untersuchten Wirbeltieren entstehen im Anschluß an gewisse Organe (Leber, Lungen, Pankreas und Milz), sobald diese einigermaßen groß werden, Mesenterialrezesse, welche die betreffenden Organe mehr oder weniger vollständig vom Digestionskanal isolieren.

Diese Mesenterialrezesse treten bei verschiedenen Wirbeltieren in verschiedener Weise, aber bei nahe verwandten Tierformen immer in hauptsächlich derselben Weise auf. — Die Gesetzmäßigkeit dieser Bildungen ist so groß, daß sie — meiner Meinung nach — berücksichtigt werden müssen und bisweilen zu wertvoller Leitung sein können, wenn es gilt, die nahe oder entfernte Verwandtschaft zweier Tierformen zu beurteilen.

Die Entstehungsursache der Mesenterialrecesse ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß der Digestionskanal bei seinen peristaltischen Bewegungen die ursprünglichen, breiten, bindegewebigen Verbindungen desselben mit den großen und wenig beweglichen Organen (Leber, Pankreas und Milz) allmählich auflockert und ausdehnt. Dieses führt natürlich — wenn die betreffende Bindegewebepartie nicht an Masse zunimmt — zu einer Verdünnung der ursprünglich breiten Verbindung und zu einer mehr oder weniger vollständigen Freimachung des betreffenden Organes vom Darne (vgl. Fig. 636—638). Die selbständigen Bewegungen der Lungen haben wahrscheinlich eine ähnliche Wirkung.“

Nei Rettili, *Broman* descrisse una tasca al lato destro del mesenterio, il Recessus hepato-mesenterico-entericus, che può essere diviso in una parte ventrale (Recessus hepato-entericus) che separa il fegato dall'intestino anteriore, e in una parte dorsale (Recessus mesenterico-entericus) limitata lateralmente dalla plica mesogastrica (come egli chiama la piega del paramesenterio). La parte caudale del Recessus hepato-mesenterico-entericus si apre nel celoma, verso destra, per una fessura che diventa caudalmente sempre più larga; è l'Hiatus recessus hepato-mesenterico-entericus. Il limite ventrale di questo Hiatus è formato dal fegato, il limite dorsale dalla Plica mesogastrica. Cranialmente si uniscono il fegato e il limite dorsale della Plica mesogastrica a formare il breve limite craniale dell'Hiatus; il limite caudale non è marcato.

Oltre il Recessus hepato-mesenterico-entericus, si presentano, nella maggior parte dei Rettili, due recessi pneumato-enterici, destinati a isolare i polmoni dalla parete intestinale, i quali originano quasi contemporaneamente l'uno a destra, l'altro a sinistra del mesenterio. Il Recessus pneumato-entericus sinister si forma sempre come una invaginazione della grande cavità del corpo; esso si avvanza cranialmente e forma una fessura sagittale tra il polmone sinistro e l'intestino anteriore. Il Recessus pneumato-entericus dexter si forma invece come una continuazione craniale del Recessus hepato-mesenterico-entericus. Si può anche però in alcuni casi sviluppare indipendente dalla grande cavità del corpo, come il corrispondente del lato sinistro. Raramente

si possono avere due Recessus pneumato-enterici dextri. — Il Recessus hepato-mesenterico-entericus e il Recessus pneumato-entericus dexter formano quella cavità comune che Broman designò come Bursa omentalis.

*Stoss* [16], molto prima di Broman, in seguito ad alcune ricerche fatte in embrioni de Mammiferi, aveva accennato alla possibilità che l'origine dei Recessi possano essere la conseguenza dell'attiva invaginazione dell'endotelio della cavità peritoneale.

*Hochstetter* [9] non accetta le vedute di *Broman*, e porta un notevole contributo a questo argomento col suo lavoro: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der europäischen Sumpfschildkröte (*Emys lutaria* Marsili), 1908. Egli esaminò un ricco materiale che si componeva di embrioni di *Emys*, *Lacerta*, *Anguis*, *Tropidonotus*, e cercò di stabilire che il recesso limitato a destra lateralmente dal paramesenterio non si forma per una invaginazione dell'epitelio celomatico, nel senso di *Broman*, ma per la comparsa di una piega della splancnopleura, la quale più tardi si unisce col suo margine ventrale alla superficie dorsale del fegato, in direzione cranio-caudale. Il seno così formato, non si approfonda cranialmente per un allungamento della sua concavità, ma per un rapido accrescimento della piega destra del paramesenterio. Quanto al Recessus mesenterico-entericus, è da ritenere, secondo *Hochstetter*, che l'approfondirsi di esso derivi dall'elevarsi della piega del paramesenterio limitante la doccia verso destra, ma è difficile giudicare se vi concorra anche l'infossamento attivo della base della doccia.

*Hochstetter* mise pure in evidenza che il polmone destro, appena comincia a crescere caudalmente, penetra nel paramesenterio di destra che forma il limite laterale del seno chiamato da Broman: Recessus hepato-mesenterico-entericus, onde questo nome diventa sempre più improprio quanto più si sviluppa il polmone. *Broman* riteneva che il segmento del seno in rapporto coi polmoni fosse in parte di origine secondaria, opinione questa non condivisa da *Hochstetter*, il quale crede al contrario, che la parte più antica del seno sia appunto quella che più tardi si trova al lato mediale del polmone destro.

*Hochstetter* non crede neppure verosimile, che, nelle specie esaminate, l'origine del Recessus pneumato-entericus sinister sia dovuta

ad una invaginazione della cavità peritoneale e stabili infine, mediante lo studio di serie sagittali, che il Recessus pneumato-entericus sinister non penetra secondariamente tra polmone e intestino, isolando il primo dal secondo, come vuole *Broman*, ma che il sacco polmonare sinistro col suo segmento diretto caudalmente e verso la parete laterale del seno peritoneale sinistro, s'insinua nel paramesenterio di questo lato.

I seni peritoneali pulmo-hepatici subiscono, in stadii di sviluppo molto progrediti, processi regressivi, ma sul modo col quale avviene tale regressione, *Hochstetter* nulla ha potuto asserire: verosimilmente però i seni vanno incontro ad atrofia.

*Giannelli* [6] osservò in alcuni Anfibi (Tritone e Rana esculenta) due distinte „cavità epato-enteriche“ (così egli chiama, seguendo la denominazione di *Klaatsch* [10], il Recessus hepato-mesenterico-entericus), una a destra, l'altra a sinistra, e ne seguì l'evoluzione. Circa l'origine di queste cavità, egli afferma che „la cavità epato-enterica è nei primissimi stadii rappresentata da un'insenatura celomatica che si inoltra tra abbozzo polmonare (destro) e abbozzo epatico [p. 180]“. Quindi soggiunge: „a destra, per l'insorgenza di un legamento che collega il tubo polmonare al bordo destro dell'abbozzo epatico, legamento epato-polmonare, il quale si estende per tutto il tratto della primitiva insenatura celomatica destra, questa viene separata dalla cavità celomatica generale, e va a costituire una cavità a sè, la cavità epato-enterica destra“. Infine: „La cavità epato-enterica destra, insinuandosi tra tubo polmonare e intestino, dà origine al mesolaterale destro o legamento dorsale del fegato di *Klaatsch* [p. 196]“. Può darsi che tutti questi fatti siano accettabili, alcuni però, come per esempio, l'origine del mesolaterale in seguito alla formazione del seno, non furono sufficientemente dimostrati.

*Bertelli* [1] portò un notevole contributo alla conoscenza dei Recessi mesenteriali e del paramesenterio negli Uccelli, Rettili e Anfibi, sebbene egli consideri queste formazioni in rapporto con la evoluzione del diaframma e del connettivo polmonare. Trovò che negli Uccelli e nei Cheloni i mesolaterali, insieme al setto pericardico-pleuro-peritoneale, alle pieghe dei reni primitivi e al setto mesenterico, prendono parte alla formazione del diaframma; i mesolaterali degli Anfibi invece non



entrano nella costituzione del diaframma, ma „forniscono solo il tessuto interstiziale ai polmoni e i mezzi di sostegno a questi visceri“. Con osservazioni molto appropriate egli stabilisce che il tessuto connettivo interstiziale dei polmoni proviene dai meso-laterali, i quali, si possono dividere, dopo esser penetrato in essi l'abbozzo entodermale dei polmoni in tre porzioni: il legamento polmonare dorsale, l'abbozzo polmonare, il legamento polmonare ventrale.

### *Osservazioni.*

Non *Gongylus ocellatus*, il primo abbozzo del paramesenterio di destra si presenta sotto forma di una sporgenza diretta lateralmente, costituita da una ripiegatura della splancnopleura che riveste la parete laterale dell'intestino. Questa piega (detta da *Rawn*, 1896—1899, piega del paramesenterio, da *Broman*, Plica mesogastrica) è dapprima piuttosto bassa ma di una lunghezza rilevante in direzione caudo-craniale: in un embrione con lunghezza della testa di 1.08 mm essa comincia a livello del limite craniale dell'abbozzo del fegato e si prolunga caudalmente per 26 sezioni (di 0.010 mm ciascuna), esaurendosi caudalmente a livello della porta dell'intestino anteriore. Essa presenta il suo massimo sviluppo verso la metà della sua intera lunghezza e va appianandosi gradatamente verso le due estremità. Il suo segmento craniale si trova situato lateralmente allà parete laterale dell'intestino e in vicinanza del suo limite dorsale: procedendo caudalmente, la piega si fa più evidente e si porta nello stesso tempo dorsalmente al tubo intestinale, di modo che in questo secondo segmento si presenta formata da una ripiegatura della lamina destra del mesenterio dorsale. (Fig. 1.) A livello della porta dell'intestino anteriore essa è diventata più bassa, e subito dopo, con la insenatura che forma medialmente, si mette in rapporto con l'abbozzo del pancreas dorsale, rappresentato da una semplice propaggine della parete dorsale dell'intestino. Caudalmente a questa regione essa sta in rapporto con la parete dorso-laterale destra della doccia intestinale (Fig. 2). E' degno di nota che la piega in corrispondenza dei suoi segmenti estremi, craniale e caudale, non va appianandosi regolarmente a poco a poco, ma presenta nell'insieme un decorso ondulato perchè ad alcuni tratti dove è appena accennata

ne seguono altri dove è molto evidente; è da attribuire questa apparenza a ineguale sviluppo delle parti estreme.

Cranialmente all'abbozzo del fegato, troviamo che in questo stadio, ventralmente all'intestino, cominciano ad avvicinarsi le due lamine della splancopleura per la formazione del mesenterio ventrale, e appare altresì quello spazio che, seguendo *Hochstetter*, voglio designare, sulcus hepato-entericus, costituito dalla insenatura che fa la splancopleura nel passare dalla superficie ventrale dell'intestino alla superficie dorsale del seno venoso e rispettivamente del fegato. Di questo solco avrò occasione di parlare più avanti.

In un embrione alquanto più sviluppato del precedente, i fatti testè accennati si rendono più manifesti, e soprattutto evidente si mostra la piega del paramesenterio di destra, che ha progredito molto rapidamente.

Nelle figure 3, 4, 5 sono rappresentate tre sezioni che corrispondono a tre diversi segmenti della piega del paramesenterio. Questa si estende per ben 32 sezioni di 0.01 mm ciascuna, e mostra nelle sue varie porzioni differenze notevoli di sviluppo e di rapporti. Nel suo segmento più craniale (Fig. 3) essa è formata da una duplicatura molto sporgente della splancopleura che riveste la parete laterale destra dell'intestino, ed è diretta lateralmente e ventralmente. Con la sua sommità giunge quasi in contatto con la somatopleura della parete opposta della cavità celomatica; dei suoi labbri, uno, dorsale, è formato da un'epitelio spesso e uniforme, l'altro, ventrale, è più sottile, come pure è assottigliato l'epitelio della sommità. Il labbro ventrale, verso la sua estremità mediale, e più esattamente in un punto che corrisponde al margine laterale dell'intestino al quale è quasi aderente, mostra una sporgenza diretta dorsalmente, la quale segna il limite mediale della piega; ed è interessante rilevare siffatta particolarità perchè essa ci sarà utile per spiegare il modo col quale questa piega si forma. Nel labbro dorsale invece nessun limite di demarcazione esiste tra la piega vera e propria e la splancopleura che la continua.

Procedendo caudalmente, la piega diventa a poco a poco più bassa, e per un certo tratto conserva con l'intestino i rapporti già descritti: ma più caudalmente ancora, coll'avvicinarsi reciprocamente delle lamine

della splancnopleura di destra e di sinistra per la formazione del mesenterio dorsale, essa si porta a poco a poco dorsalmente all'intestino, e così a livello della fig. 4 la vediamo sollevarsi dalla lamina destra della splancnopleura che costituisce, con quella del lato opposto, il mesenterio dorsale. Nel punto ove si continua con la splancnopleura che riveste la parete intestinale, essa limita ventralmente una piccola insenatura, accennata anche da *Hochstetter* in *Emys lutaria*, la quale corrisponde alla formazione designata da *Broman* [2—3], *Recessus mesenterico-entericus*. I due labbri della piega hanno uno spessore ineguale; ma al contrario di quanto appariva cranialmente è ora quello ventrale che è formato da un epitelio più spesso.

Nel suo segmento più caudale, e precisamente a livello dell'abbozzo del pancreas dorsale, la piega diventa di nuovo più sporgente e mostra un angolo più arrotondato alla sommità; quest'apparenza, più che ad aumento reale delle sue parti è dovuto al fatto che si allontana alquanto dalla linea mediana, e quindi anche dalla lamina splancnopleurale del lato opposto, per la presenza di un nuovo organo che essa in parte riveste: l'abbozzo del pancreas dorsale (Fig. 5). A questo livello essa trovasi già caudalmente alla porta dell'intestino anteriore; più caudalmente a poco a poco si appiana e in ultimo scompare.

Ed ora veniamo allo studio del meccanismo col quale siffatta piega si forma, sull'interpretazione del quale si hanno opinioni contraddittorie e discordi. E' interessantissima la conoscenza di questo meccanismo, in quanto che essa potrà guidarci alla interpretazione del modo di sviluppo dei Recessi mesenteriali che sono in rapporto con la piega mesenterica.

*Hochstetter* [9] non nasconde che pur avendo impiegato molta fatica per rispondere al quesito sulla formazione di detta piega, non ha trovato pur troppo una risposta assolutamente certa. Ecco come egli descrive in un giovanissimo embrione di *Emys* la piega del paramesenterio che comincia ad essere appena accennata: „Fig. 27 auf Taf. IV zeigt uns nun einen Durchschnitt durch die Darmrinne mit ihrem Splanchnopleuraüberzuge und einem Stücke der benachbarten Aortenwand eines solchen Embryos, bei dem die Anlage der Nebengekrösfalte schon recht deutlich zu sehen war. Diese Falte sitzt hier

der rechten Wand der Darmrinne auf und läßt sich über eine längere Strecke hin verfolgen. Dabei verstreicht sie sowohl kaudalwärts, erstreckt sich aber in der letzteren Richtung noch eine Strecke weit auf die Seitenwand des schon geschlossenen Darmrohres. Die Betrachtung eines Durchschnittes durch die Falte ergibt, daß auch in so frühen Stadien schon das Epithel ihrer Kuppe etwas niedriger ist als das ihrer beiden Abhänge. Dabei ist der dem Entoderm zugewendete Faltenmund weit offen und die beiden Faltenlippen, die sich kaum voneinander unterscheiden, noch ganz niedrig und abgerundet. Das Epithel des ventralen Faltenabhanges erscheint dabei etwas höher als das der dorsalen.“ Quale sia il modo di accrescimento della splancopleura, continua l'Autore, che conduce al sollevamento della piega, egli non ha potuto investigare a fondo, poichè cellule in processo di moltiplicazione trovò tanto nei due versanti della piega, che nella sua sommità. Il numero di queste cellule in via di suddivisione non era rilevante in nessuno degli embrioni esaminati, nè in certi punti più che in altri prevalente, onde si potesse concludere che certe parti della splancopleura crescono più di altre. Gli sembra naturalmente molto dubbio che dall'altezza dell'epitelio si possa concludere per un più rapido accrescimento della relativa zona della splancopleura, e che qualcuno, dopo aver visto figure simili alla sua 27 tav. IV, possa sostenere che „die erste Anlage der Nebengekrösfalte bei Emys durch eine von der Leibeshöhle aus vorgreifende Buchtbildung erfolge“.

*Broman* [2] che descrisse nei Rettili il Recessus hepato-mesenterico-entericus, non dà alcuna descrizione sul modo di formazione della piega del paramesenterio. Ammette però che nel maggior numero delle specie dove si ha un Rec. pneumato-entericus dexter, questo si formi per una protrusione o prolungamento craniale del cosiddetto Recessus hepato-mesenterico-entericus che origina in un periodo più precoce del primo.

L'ultimo embrione da me esaminato non è molto adatto per la nostra ricerca, prenderò quindi in esame altri embrioni più giovani.

Un embrione giovanissimo che presenta il primo abbozzo della piega del paramesenterio di destra, misura 0.9 mm di lunghezza della

testa. Cominciano ad apparire i primi abbozzi del fegato e del pancreas dorsale. La piega del paramesenterio di destra e' piuttosto bassa e poco estesa in lunghezza; essa comincia cranialmente a livello del segmento più caudale dell'abbozzo del fegato, cranialmente alla porta dell'intestino anteriore, e termina nella regione dell'abbozzo del pancreas dorsale, comprendendo in tutto 7 sezioni di 0.010 mm. Nel punto ove essa è maggiormente sviluppata (Fig. 7), e che corrisponde al suo segmento craniale, si presenta come una ripiegatura diretta lateralmente, costituita dalla lamina destra del mesenterio dorsale; non ha quindi alcun rapporto con l'epitelio intestinale; nel suo segmento caudale ha un'estensione maggiore in senso dorso-ventrale, e la sua sommità è più arrotondata. Noi abbiamo adunque uno stadio dove la piega è appena formata; infatti in embrioni di poco più giovani non si trova traccia di essa.

Orbene, in qual modo si solleva la piega del paramesenterio di destra dalla lamina della splanopleura? Si deve considerare cioè questa piega come una formazione dovuta ad attività propria della rispettiva zona epiteliale, oppure come conseguenza di una invaginazione della cavità peritoneale che si manifesta ventralmente ad essa? Anch'io mi sono non poco affaticato per spiegare tale meccanismo, ed ora dopo lungo esame del mio abbondante materiale sono in grado di dare una risposta abbastanza soddisfacente.

Nelle sezioni che abbiamo preso in esame, nelle quali la piega del paramesenterio è appena comparsa, si osserva, nel segmento più craniale di essa, che le cellule epiteliali hanno disposizione regolare e simmetrica; le figure di suddivisione cariocinetica non sono numerose, e io ne vedo tanto nella sommità della piega che nel suo labbro ventrale, e anche in corrispondenza del solco che la limita ventralmente. Lo spessore dell'epitelio è quasi uguale in tutta l'estensione della piega stessa. Più caudalmente, ove questa comincia appena ad elevarsi, e più esattamente a livello dell'abbozzo del pancreas dorsale, si osserva che la sommità della piega è più assottigliata dei suoi due labbri, e di questi ha uno spessore maggiore quello ventrale. Tale assottigliamento fa naturalmente sospettare che, nel punto corrispondente, la moltiplicazione degli elementi cellulari sia meno attiva che nel resto



dell'epitelio. Nella sezione rappresentata dalla fig. 6 si vedono appunto tali disposizioni, e si riceve anche l'impressione che gli elementi cellulari del labbro ventrale fino all'insenatura che lo limita ventralmente, nel moltiplicarsi si spingano medialmente. Qui infatti vediamo che le cellule più mediali giungono fino in contatto con l'intestino, alcune anzi, non potendo quasi essere più contenute nello spazio tra intestino e splanchnopleura sono anche dirette un po' dorsalmente. Le figure cariocinetiche sono numerose tanto nella sommità che nel labbro dorsale della piega. In un'altra sezione più caudale, è già quasi scomparso l'abbozzo del pancreas dorsale, e a livello del solco che limita la piega ventralmente, l'epitelio è molto più spesso di quello che non sia nella fig. 6, e contiene molte cellule in suddivisione cariocinetica.

L'esame delle sezioni ora descritte mostra adunque particolarità interessanti nell'epitelio che forma la piega e in quello che limita la insenatura ventrale ad essa, ma non ci dà un'idea abbastanza chiara del modo di formazione della piega stessa: è necessario perciò indagare ancora ed accuratamente esaminando prima altre sezioni dello stesso embrione, e poi altri stadii di sviluppo.

Anzitutto però debbo rilevare che per poter supporre che nel meccanismo della formazione della piega possa prendervi parte un'insenatura ventrale ad essa, o in altre parole, l'invaginazione della cavità peritoneale, riguardo al materiale da studio, io mi trovo in migliori condizioni di quelle che non fosse l'*Hochstetter*, il quale certamente nella sua fig. 47, tav. IV del lavoro già citato, non poté osservare alcune disposizioni caratteristiche degli elementi cellulari della piega e del seno ventrale, le quali si presentano chiare ed evidenti in *Gongylus*, nelle sezioni che ora prendo a descrivere.

In sezioni più craniali di quella rappresentata nella fig. 6, è già scomparsa la piega del paramesenterio, ma le cellule che formano la lamina destra della splanchnopleura che riveste l'intestino, presentano una disposizione del tutto caratteristica, che dobbiamo intendere come modificazioni epiteliali che precedono la comparsa della piega del paramesenterio. Le cellule infatti che costituiscono quest'epitelio non sono regolarmente ordinate e addossate le une alle altre con una direzione unica, come è il caso della splanchnopleura del lato opposto, ma

mostrano nel loro insieme delle ondulazioni che formano due curve ben distinte, le quali rendono irregolare solo il margine mediale dell'epitelio. Si riceve così l'impressione come se gli elementi cellulari siano tanto accresciuti di numero da non poter essere più contenuti in serie lineare in tutta la lunghezza dell'epitelio, ma la loro flessuosità non porta ancora modificazione alcuna nel margine laterale della splancnopleura. Una di queste sezioni ho riprodotto nella fig. 8. Dalla disposizione descritta e dal numero di cellule in attività riproduttiva si rileva che la zona di splancnopleura in stato di più attiva proliferazione è quella che corrisponde a tutta la parete laterale destra dell'intestino, e giunge dorsalmente fino al punto ove essa si avvicina alla splancnopleura del lato opposto per formare il mesenterio dorsale. Questa disposizione sta a rivelarci subito che l'attività di accrescimento della lamina splancnopleurale, è quasi uniforme tanto nel tratto che si solleverà in piega vera e propria, come in quella che si insinuerà medialmente formando il limite ventrale di questa.

In sezioni più caudali si nota che ove la piega comincia a sollevarsi essa appare come una sporgenza mammellonata dell'epitelio (fig. 9), mentre non si ha ancora traccia di un'insenatura ventrale che possa averla determinata. Un accenno di solco esiste invece dorsalmente alla rilevatezza. — Osservando più attentamente la disposizione degli elementi cellulari, si nota che questi in corrispondenza della rilevatezza sono molto più numerosi e addossati fra loro di quello che non siano quelli che formano il rimanente dell'epitelio, il quale a questo livello è però abbastanza regolare per la disposizione dei suoi elementi. Dall'osservazione di questa sezione, e tenendo anche conto delle considerazioni fatte nello studio di altre sezioni, noi potremo adunque dire anche con probabilità di non esser lontani dal vero, che la prima manifestazione della piega del paramesenterio di destra è dovuta al sollevarsi di una breve zona della splancnopleura di destra per più attivo accrescimento dei suoi elementi cellulari.

Io tuttavia non so escludere la partecipazione attiva della rimanente parte dello splancnopleura, se non a determinare precisamente la sua apparizione, a renderla in seguito più evidente. Intendo parlare della insenatura ventrale della cavità peritoneale, la quale, secondo

ciò che ho potuto vedere mi miei preparati, può essere contemporanea o quasi alla origine della piega. Infatti abbiamo osservato che in un periodo, per così dire, preparatorio l'epitelio della splancopleura che corrisponde alla parete laterale dell'intestino è in uno stato di proliferazione molto attiva, la quale determina delle incurvature nella disposizione degli elementi. Il progredire e l'esagerarsi di una di queste curve con la sommità rivolta lateralmente determinerebbe la piega del paramesenterio di destra. Ma contemporaneamente un'altra curva in senso opposto, cioè con la sommità diretta medialmente si manifesta ventralmente alla prima, e in tal guisa si forma un'insenatura che fa parte della cavità peritoneale. Ciò si dimostra con molta evidenza nelle sezioni caudali a quella rappresentata nella fig. 9. Queste diverse apparenze dell'epitelio della splancopleura in sezioni anche così vicine l'una all'altra, mentre sono una condizione favorevole per l'esame e la interpretazione delle parti prese a studiare, si spiegano pensando che la formazione che noi facciamo oggetto di studio è appena manifesta, e solo per un breve tratto, di modo che essa, progredendo specialmente in direzione craniale, mostra in diversi punti più o meno progredito il processo che la determina.

Ora, se io non ho erroneamente interpretato i fatti osservati in *Gongylus ocellatus*, mi pare che la stessa interpretazione possa applicarsi alla identica formazione descritta da *Hochstetter* in *Emys lutaria*. Mi sembra dubbio infatti che anche per questa specie non possa ammettersi l'accrescimento simultaneo delle due zone della splancopleura che appartengono cioè tanto alla piega del paramesenterio di destra che al fondo della cosiddetta insenatura peritoneale; e tanto più ciò può essere ammesso, in quanto che *Hochstetter* non riuscì a trovare nessuna zona particolare ove l'accrescimento dell'epitelio prevalesse su quello di un'altra.

Esaminando altri embrioni in stadii di sviluppo molto vicini a quello ora descritto, osservai alcune disposizioni poco evidenti nel precedente stadio, le quali, se la spiegazione da me data sulla formazione della piega del paramesenterio è giusta, potrebbero darci ragione perchè il meccanismo di formazione di detta piega può essere difficile a spiegarsi e come possa dar luogo a varie e contraddittorie interpretazioni.

In un embrione con 0.8 mm di lunghezza della testa, nel quale la piega del paramesenterio di destra è un poco più sviluppata di quella dell'embrione precedente, noi troviamo un'insenatura ben manifesta che limita la piega ventralmente. Qui è certamente alquanto più difficile poter dire se il seno determina la ripiegatura dorsale ad esso, o viceversa. Tuttavia in alcuni segmenti ove la piega del paramesenterio di destra si trova ancora nelle sue primissime fasi di sviluppo, noi possiamo studiarne abbastanza agevolmente la sua origine.

In una sezione che rappresento nella fig. 10, si osserva la piega del paramesenterio di destra costituita dall'epitelio ispessito della splancnopleura di questo lato, che si solleva in forma di un rilievo mammellonato; nè si può dubitare che un solco ventrale possa averla determinata perchè non esiste affatto alcun limite ventrale in forma di solco, ma i due versanti della sporgenza declinano a poco a poco tanto dorsalmente che ventralmente.

Se ora passiamo ad esaminare altre sezioni dove la piega si presenta in uno stadio di sviluppo alquanto più inoltrato, si osserva che il limite ventrale della piega comincia a manifestarsi come una piccola insenatura del margine epiteliale. Si potrebbe pensare esser ciò dovuto ad accrescimento della sporgenza e forse anche alla tendenza di essa a dirigersi ventralmente, ma è da escludere, a parer mio, tale interpretazione, considerando che l'epitelio in corrispondenza del seno è molto spesso, anche più di quello della piega stessa, e che esso si avvanza medialmente formando uno sprone molto prominente verso la parete intestinale, tutte apparenze che difficilmente si mostrerebbero in questo stadio se in realtà l'insenatura fosse semplice conseguenza della piega splancnopleurale (Fig. 11). Ma soprattutto ciò che fa ritenere che certamente è l'epitelio dell'insenatura che s'è approfondito per attività propria, è il confronto tra la sezione rappresentata nella fig. 10, e quella della fig. 11, che è successiva alla prima. Nella fig. 10 noi vediamo che l'epitelio in corrispondenza dell'insenatura è più ispessito della rimanente splancnopleura e mostra tendenza a penetrare medialmente; e questa tendenza s'è maggiormente manifestata nella sezione che segue caudalmente (fig. 11) dove si trova già uno sprone molto

pronunziato, mentre l'insenatura vera e propria non è che lievemente accennata.

Nella sezione (fig. 12) che segue a quella rappresentata nella fig. 11, il seno ventrale è già ben manifesto. L'esame di questa sezione, indipendente dalle precedenti, potrebbe render difficile l'interpretazione dell'origine delle formazioni che abbiamo preso a studiare, ma noi che abbiamo seguito la piega e il seno fin dalla estremità craniale, ove il loro sviluppo è meno progredito possiamo confermare quanto abbiamo detto sulla loro origine nell'esame delle sezioni precedenti.

Noi vediamo insomma in questo stadio alquanto più progredita la piega del paramesenterio di destra, e assistiamo alla formazione del solco che limita la piega ventralmente; abbiamo visto in alcuni segmenti la piega già molto sporgente e l'assenza contemporanea di un solco limitante ventrale, ciò che sta ad indicare indubbiamente che il solco non determina la presenza della piega; d'altra parte la presenza di questo solco bene evidente in altri segmenti dello stesso embrione, e le particolarità speciali dell'epitelio che lo limita, indicano che esso è originato attivamente per l'approfondirsi dell'epitelio celomatico. Secondo il mio modo di vedere, l'approfondirsi della splancnopleura contribuirà in seguito a far sì che la piega possa dirigersi ventralmente per riunirsi al fegato e al seno venoso.

L'accrescimento della piega del paramesenterio di destra avviene rapidamente in direzione craniale; si estende invece poco caudalmente. Nel suo segmento craniale si allunga altresì ben presto in senso laterale con tanta rapidità, che già in embrioni con lunghezza della testa di 1 mm, noi vediamo che la sua estremità craniale ha raggiunto la parete del seno venoso. Noi adunque constatiamo anzitutto che questa unione comincia dall'estremità craniale della piega, da quella parte cioè che nello sviluppo è più tardiva delle altre (tale unione progredisce in seguito in senso cranio-caudale), e tale eventualità ci deve spingere a investigare più da vicino come ciò avviene.

In stadii molto giovani, come si sa, la splancnopleura, dopo aver

rivestito l'intestino anteriore passa direttamente a formare il rivestimento della lamina endocardica del seno venoso. Ma già in embrioni con 0.75 mm di lunghezza della testa, molto prima che si manifestino gli abbozzi dei polmoni, a livello dello sbocco delle vene vitelline, dalla splancnopleura del lato destro si spinge medialmente un gruppo di cellule interponentesi tra la parete ventrale dell'intestino e il seno venoso. In stadii un poco più avanzati, nella propaggine cellulare della splancnopleura s'insinua anche la cavità celomatica, e così le due lamine della splancnopleura, destra e sinistra, tendono ad avvicinarsi per formare in ultimo il mesenterio ventrale. — In due embrioni con lunghezza della testa di 1.08 e di 1.09 mm, per un tratto di 10 sezioni di 0.01 mm, dall'estremità craniale dell'abbozzo del seno venoso, fino quasi a livello del segmento di intestino anteriore, ove più tardi si svilupperanno i polmoni, noi troviamo già formate due insenature del celoma, a destra e a sinistra, limitate da un epitelio che si prolunga medialmente con un'estremità acuminata e che separa in gran parte il seno venoso dall'intestino. Il seno così formato nei due lati, corrisponde (nel lato destro) alla prima manifestazione del Recessus hepato-entericus di *Broman*, denominato da *Hochstetter* Sulcus hepato-entericus. Se osserviamo l'estremità caudale di questo solco a destra (sempre più profondo che a sinistra), troviamo al suo posto una massa cellulare solida che si diparte dalla lamina destra della splancnopleura e rappresenta, in questo stadio, la chiusura craniale del Sulcus hepato-entericus. Nelle fig. 13 e 14 si osserva appunto tale massa cellulare, prodotta dalla proliferazione della splancnopleura di destra, che viene in contatto ventralmente col seno venoso, mentre dorsalmente è in rapporto con la parete ventrale dell'intestino. Nella fig. 13 la massa epiteliale si trova in uno stadio di sviluppo più progredito di quella rappresentata nella fig. 14, e si osserva che le cellule cominciano ad ordinarsi in modo da adattarsi evidentemente alla formazione di un seno a forma di doccia, che sarà limitato dorsalmente dal nuovo tratto di epitelio che continua la splancnopleura intestinale, e ventralmente dal nuovo tratto di epitelio che continuerà la splancnopleura del seno venoso. Ciò è già avvenuto nella sezione più caudale (rappresentata nella fig. 15); si è formato cioè a dire il Sulcus hepato-

entericus, che ha un'estremità mediale strettissima, e si allarga lateralmente dove sbocca nella cavità peritoneale.

Come possono ora tali disposizioni far intendere la riunione della piega del paramesenterio di destra alla parete del sinus venosus? Mi sembra abbastanza facile rispondere a questa domanda.

Ho potuto assicurarmi che in tutti gli embrioni esaminati la riunione di detta piega al seno venoso comincia a livello dell'estremità craniale del Sulcus hepato-entericus; possiedo infatti alcune serie trasverse di embrioni della stessa età, ove tale unione non esisteva che in una sola sezione; essa è avvenuta sempre allo stesso livello anzi-detto che corrisponde anche, non bisogna dimenticarlo, all'estremo craniale della piega stessa. Sappiamo già che la piega del paramesenterio progredisce in direzione caudo-craniale, che diventa nello stesso tempo rapidamente più alta verso l'estremità sua craniale, e che giunta a livello dell'estremità craniale del Sulcus hepato-entericus, appartiene a quella zona di splanenopleura che limita lateralmente il detto solco. Ora è certamente facile immaginare come, data l'apertura ristretta del Sulcus hepato-entericus, e quindi la breve distanza tra la splanenopleura intestinale e quella venosa, formandosi ulteriormente a questo livello la piega del paramesenterio, che si innalza rapidamente e si dirige non solo lateralmente, ma anche ventralmente, possa questa quasi immediatamente entrare in contatto con la parete dorsale del seno venoso e quindi fondersi con questa. Osservando la fig. 16 dove questa fusione e' avvenuta da poco, considerando l'ampiezza e la forma di fessura diretta trasversalmente del Recesso peritoneale, ora chiuso da tutti i lati, possiamo persuaderci come non fosse neppure necessaria una piega molto alta per giungere in contatto con la parete del Sinus venosus.

Negli stadii in cui lo sviluppo della piega del paramesenterio è molto progredito, ed è già cominciata la sua fusione con la parete del Sinus venosus (embrioni con lunghezza della testa di 1.1 mm. ed oltre), la piega stessa diventa alquanto più alta anche caudalmente: non cresce però sensibilmente nel senso della lunghezza: vediamo infatti che appena oltrepassato l'abbozzo del pancreas dorsale, essa si appiana e scompare senza lasciare alcuna traccia.

Una disposizione caratteristica ho riscontrato in un embrione un

poco più avanzato nello sviluppo dei precedenti, con 1.2 mm di lunghezza della testa e con un seno peritoneale limitato dal paramesenterio di destra profondo 0.02 mm. Oltrepassato il limite caudale del paramesenterio di destra, si osserva che la splancnopleura che forma la lamina sinistra del mesenterio dorsale, si introflette medialmente formando un seno aperto lateralmente che raggiunge la massima profondità a livello dell'abbozzo del fegato (fig. 17). La lamina sinistra della splancnopleura diventa in tal modo parallela a quella di destra che sporge lateralmente per formare la piega del paramesenterio, e nel punto ove essa si ripiega per continuarsi con la porzione che riveste l'intestino, viene quasi in contatto con l'epitelio che limita il seno peritoneale del lato destro. Si riceve l'impressione, osservando le sezioni di cui si parla che le due lamine del mesenterio dorsale, siano cresciute esageratamente in senso dorso-ventrale, più dello spazio compreso tra intestino e aorta, e abbiano perciò formato un'ansa diretta lateralmente. Talvolta, pur essendo la splancnopleura di sinistra fortemente ripiegata non si ha la formazione di un seno, ma una semplice cavità virtuale, perchè i margini dell'epitelio ripiegato sono del tutto addossati l'uno all'altro. Questa introflessione della splancnopleura di sinistra va diminuendo di profondità caudalmente, e cessa con lo scomparire della piega del paramesenterio.

La disposizione ora descritta varia alquanto in due embrioni con lunghezza della testa di 1.3 e 1.4 mm, e rispettivamente con recesso peritoneale chiuso dal paramesenterio di destra, della profondità di 0.025 e 0.06 mm. Si trova anche in questi embrioni un seno peritoneale sinistro formato dall'incurvarsi dalla lamina sinistra del mesenterio dorsale, ma tale seno è poco profondo, perchè tra la lamina epiteliale sinistra e quella di destra, nella zona ove questa dà origine alla piega del paramesenterio è interposta una vena molto dilatata, decorrente caudo-cranialmente (diramazione della vena omphalo-mesenterica); solo nel 2° embrione, più sviluppato, a livello del pancreas dorsale, si forma un solco stretto e profondo.

La piega del paramesenterio di destra, in questi due ultimi stadii, è considerevolmente aumentata di altezza anche nel suo segmento caudale, ove si adatta a rivestire il pancreas dorsale, come mostra la



fig. 18. Qui vediamo che l'abbozzo del pancreas è come rivestito dalle due lamine, destra e sinistra, della splanenopleura, ed è ben delimitato dalla regione propria dell'intestino, a destra, dalla insenatura che abbiamo imparato a conoscere nello studio della formazione del paramesenterio di questo lato; a sinistra, da un'insenatura molto simile a quella di destra e che limita nettamente la splanenopleura pancreatica da quella intestinale. E' importante rimarcare altresì che, a livello delle anzidette insenature, l'epitelio di ciascun lato invia medialmente un prolungamento che nella sezione rappresentata nella fig. 18, si mette in contatto con quello del lato opposto, formandosi in tal modo una separazione reale tra la regione pancreatica e quella intestinale.

Il recesso chiuso lateralmente dal paramesenterio di destra, si approfonda, dopo la sua origine, molto rapidamente, come è facile dimostrare osservando embrioni con lunghezza della testa di 1.2 mm, che hanno un recesso profondo 0.06 mm con altri più adulti, per esempio, con lunghezza della testa di 1,6 e 1.7 mm, che presentano un recesso profondo rispettivamente di 0.22 e 0.20 mm. Dobbiamo ora investigare in qual modo si approfonda questo recesso, se cioè la sua profondità è conseguenza del propagarsi in alto la sommità del seno, oppure di un allungamento caudale della sua parete laterale, cioè del paramesenterio. Non è certo facile poter dire e dimostrare quale dei due accennati modi abbia luogo, però dal lungo esame dei miei preparati mi sono convinto che la causa principale, se non l'unica, sia da ricercare nell'allungamento caudale del paramesenterio. Se osserviamo infatti l'epitelio che costituisce questa formazione vi troviamo sparse in numero rilevantissimo cellule in stato di attività riproduttiva; è pure in stato di rigogliosa attività proliferativa la piega che fa seguito al paramesenterio e l'epitelio che limita il seno ventralmente alla piega.

Un altro fattore che contribuisce a rendere più rapido l'allungamento caudale del paramesenterio è l'accrescimento della superficie dorsale del fegato. In embrioni con lunghezza della testa di 1.4 mm e con profondità del recesso di 0.06 mm si osserva che il lobo destro del fegato cresce dorsalmente e fa una sporgenza nella cavità peritoneale, la quale ben presto si unisce alla sommità della piega del

paramesenterio. Tale disposizione che io ho potuto ripetutamente e chiaramente osservare in *Gongylus*, fu rilevata una volta da *Hochstetter* in *Emys*, e dalla sua presenza deduceva quest'autore che „il margine della piega del paramesenterio di destra cresce veramente insieme con la superficie del fegato che sta di fronte ad esso“, e che si prolunga perciò il paramesenterio di destra in direzione cranio-caudale.

Per assicurarmi inoltre che il recesso chiuso dal paramesenterio di destra si prolunga prevalentemente in direzione cranio-caudale, in alcuni esemplari ho misurato la distanza tra il limite caudale del paramesenterio e un punto che non subisse variazioni notevoli. Per queste misurazioni ho scelto come punto relativamente fisso il limite caudale dell'abbozzo del pancreas dorsale, dove questo è ancora unito all'intestino, e praticai le misure naturalmente in embrioni a stadii di sviluppo non troppo lontani ma con notevoli variazioni nella profondità del recesso peritoneale. Ho procurato inoltre di scegliere esemplari che presentavano press' a poco la stessa curvatura e la medesima direzione delle sezioni.

In un embrione con lunghezza della testa di 1.3 mm e profondità del recesso di 0.025 mm, la distanza tra il limite caudale del recesso e abbozzo del pancreas — che indicherò come distanza A — ammonta a 0.21 mm; — in due embrioni con lunghezza della testa di 1.2 mm e profondità del recesso di 0.06 mm, la distanza A era in entrambi di 0.17 mm; — in due embrioni con lunghezza della testa di 0.7 mm e profondità del recesso rispettivamente di 0.20 e 0.28 mm, la distanza A era di 0.18 nell'uno, e di 0.13 mm nell'altro; in un embrione con lunghezza della testa di 1.9 mm e profondità del recesso di 0.28 mm, la distanza A ammontava a 0.18 mm; — in un embrione con lunghezza della testa di 2 mm e profondità del recesso di 0.24 mm la distanza A era di 0.13 mm.

Naturalmente in queste cifre non vediamo gradatamente diminuire la distanza tra i due punti misurati per ragioni ovvie: anzitutto è da considerare che il punto preso come fisso non è improbabile che possa variare, e non sappiamo entro quali limiti; in secondo luogo è da tener conto della variabilità individuale, ormai accertata e spesso rilevante anche nell'embrione; tuttavia a me pare che queste misu-

razioni possano sufficientemente confermare l'osservazione fatta precedentemente, che cioè il recesso cresce in profondità perchè si allunga caudalmente il paramesenterio di destra: poichè, se così non fosse, la distanza A col crescere dell'embrione, anzichè diminuire, diverrebbe sempre maggiore.

Per stabilire l'accrescimento craniale del recesso io non ho potuto, come fece Hochstetter, prendere misure tra la parete craniale del recesso e il Mesocardium posterius (distanza B), poichè solo in pochissimi esemplari ho trovato il residuo del mesocardio abbastanza perpendicolare alla sezione trasversa.

*Hochstetter* [9], che misurò un numero rilevante di *Emys lut.* nel modo sopradetto, trovò un'approssimativa invariabilità della distanza B, e ciò naturalmente, com'egli stesso afferma, potrebbe essere attribuito al continuo elevarsi del seno, malgrado l'aumentato accrescimento in lunghezza della relativa regione, ma esaminando serie sagittali, ha potuto persuadersi che in seguito all'ingrossamento del cuore ha luogo piuttosto una riduzione craniale del segmento marginale del Mesocardium posterius e rispettivamente uno leggero spostamento dello stesso in direzione caudale. — Ad ogni modo, dopo quanto ho visto in embrioni di *Gongylus*, mi sembra di poter affermare che il recesso peritoneale, limitato dal paramesenterio di destra, cresce prevalentemente in direzione caudale. Quanto al modo come avviene tale accrescimento ho già detto più innanzi che esso è dovuto all'aumento di altezza della piega del paramesenterio, ma vi contribuisce altresì la sporgenza della superficie dorsale del fegato.

Ma pur ammettendo come certo l'accrescimento caudale del Recesso limitato dal paramesenterio di destra, possiamo in modo assoluto negare un qualsiasi accrescimento di esso in direzione craniale? Se ciò si avveri non è facile provarlo, nè io ho dati sicuri per fornirne una chiara dimostrazione, tuttavia alcune speciali apparenze possono indurre a credere non essere del tutto improbabile tale occorrenza. Io ho osservato che mentre in un embrione con 1.2 mm di lunghezza della testa e recesso peritoneale profondo 0.03, la parete craniale del recesso è caudale all'abbozzo polmonare rappresentato da due seni polmonari; in un altro embrione di poco più sviluppato, cioè con 1.3 mm

di lunghezza della testa e recesso peritoneale profondo 0.035 mm, il recesso peritoneale e la sua parete craniale si trovano per ben 4 sezioni di 0.01 mm cranialmente al limite caudale dell'abbozzo polmonare; e in un 3° embrione con 1.4 mm di lunghezza della testa e recesso peritoneale destro profondo 0.06 mm, la parete craniale del recesso, per ben 2 sezioni di 0.01 mm, oltrepassa cranialmente il limite polmonare. Si potrebbe obiettare che questi dati — da me riferiti perchè sembrano dimostrare che il recesso peritoneale limitato dal paramesenterio di destra si avvanza anche cranialmente — hanno poco o niun valore perchè negli embrioni 2° e 3°, l'estremità del recesso può esser diventata craniale all'abbozzo polmonare, non per accrescimento proprio ma per il progredito sviluppo dell'intestino anteriore e dell'abbozzo polmonare in direzione caudale; però tale obiezione, oltrechè non è dimostrabile perchè le differenze di età e di sviluppo dell'abbozzo del polmone sono minime nei suddetti embrioni, mi sembra improbabile, perchè nel 2° embrione il recesso sorpassa il limite polmonare più di quello del 3°, pur essendo in quest'ultimo lo sviluppo dell'abbozzo polmonare più progredito che negli altri due. La difficoltà maggiore nello stabilire i rapporti tra recesso e abbozzi polmonari, in questi giovani stadii di sviluppo, deve ricercarsi piuttosto nella grande variabilità che possono presentare tanto gli abbozzi polmonari come lo stesso limite craniale del recesso, onde non è possibile fare induzioni di grande valore in base a tali rapporti. Ma se rivolgiamo l'attenzione all'epitelio che tappezza la sommità del recesso, si osserva che esso ha uno spessore considerevole e mostra molte figure di divisione cellulare ciò che potrebbe far supporre un attivo accrescimento di questa parete, e conseguentemente della relativa cavità in direzione craniale. Ma, ripeto, una prova certa di questo modo di avanzarsi della cavità io non posso darla; se tale occorrenza poi ha luogo essa è certamente di entità minima; — vedremo come più tardi invece si avrà una evidente regressione caudale dell'estremità craniale di questo recesso.

*Sviluppo del Recessus mesenterico entericus.* — Contemporaneamente alla formazione della piega del paramesenterio, e successivamente del paramesenterio di destra, tra la lamina ventro-mediale

della piega e la splancopleura che riveste la parete laterale destra dell'intestino, si trova una doccia che si estende per tutta la lunghezza della piega stessa, limitata medialmente, nel suo segmento più caudale, dalla lamina destra del mesenterio dorsale: questa doccia corrisponde al Recessus mesenterico-entericus di Broman fig. 17). Prima della formazione del paramesenterio di destra, questa doccia non subisce notevoli variazioni di ampiezza, ma appena questo è formato, si nota che essa rapidamente si approfonda verso il lato dorsale dell'intestino. *Hochstetter* non poté stabilire con assoluta certezza in qual modo si approfondi questo recesso in embrioni di *Emys* lut.; tuttavia, tanto in questa specie di *Cheloni*, come pure in alcuni *Sauri* (*Lacerta* ag., *Anguis* fr.), è propenso ad attribuire tale sviluppo in profondità del recesso, più che all'attivo accrescimento dell'epitelio celomatico della base della doccia in direzione dorsale, all'allungamento della piega del paramesenterio che limita la doccia peritoneale, e all'allontanamento in direzione ventrale del tubo intestinale dall'aorta, ciò che deve aver per conseguenza che il fondo della doccia verrà a situarsi lungo la parete dorsale dell'intestino. Queste considerazioni egli conforta con opportune dimostrazioni.

Per quanto riguarda *Gongylus ocellatus*, io trovo in questa specie alcune disposizioni che non si prestano del tutto alle considerazioni fatte da *Hochstetter* nei suoi embrioni di Rettili.

A noi è già noto come origina il Recessus mesenterico-entericus perchè ne fu trattato ampiamente con lo sviluppo della piega del paramesenterio, dobbiamo ora studiare in qual modo si forma il suo fondo cieco che è costante in *Gongylus* oc. e che si presenta in un' epoca dello sviluppo più avanzata relativamente a quello della piega.

L'embrione più giovane da me esaminato, nel quale comincia ad approfondirsi il Recessus mesenterico-entericus ha una lunghezza della testa di 1,2 mm e un recesso peritoneale destro profondo 0,03 mm. Per tutta la lunghezza del recesso peritoneale destro, il Recessus mesenterico-entericus non presenta, particolarità degne di nota. Caudalmente al primo, l'epitelio che riveste il Recessus mesenterico-entericus diventa ad un tratto molto spesso, e più caudalmente ancora, dall'epitelio della base del Recessus mesenterico-entericus, origina un pro-

lungamento cellulare che si estende lungo la parete dorsale dell'intestino e si avvicina alla splancopleura di sinistra (fig. 19). Procedendo ancora caudalmente, si osservano le disposizioni che ho rappresentato nella fig. 20, la quale riproduce una sezione 0.04 mm caudale alla fig. 19. Notiamo in essa che il Recessus mesenterico-entericus si è di molto approfondito, e se diamo uno sguardo contemporaneamente alla fig. 19 e 17, siamo indotti a pensare che tale fatto dev'essere avvenuto in seguito alla penetrazione della cavità peritoneale nell'epitelio ispessito della base del recesso. Tale ipotesi, basata sul confronto superficiale delle due figure sopraccennate — e, se si vuole, anche delle sezioni ad esse interposte —, corrisponde invero alla realtà dei fatti, nè io esito ad affermare, dalla sola osservazione di questo stadio di sviluppo, che l'approfondirsi del Recessus mesenterico-entericus avviene appunto per attivo accrescimento dell'epitelio celomatico della base della doccia. Oltre che dall'apparenza caratteristica dell'epitelio, io desumo ciò anche dalla considerazione che il Recessus mesenterico-entericus presenta il suo segmento più profondo solo per un breve tratto, e che tale segmento non corrisponde a quello nel quale la piega del paramesenterio è più sviluppata, come sarebbe il caso se questo seno si approfondisse per allungamento della piega del paramesenterio. Se può sembrare assurda tale asserzione, faccio notare che a questo livello il labbro ventrale della piega del paramesenterio presenta bensì una lunghezza maggiore di quello del segmento craniale di essa, ma ciò è semplice conseguenza della formazione del nuovo seno, e si può infatti dimostrare che la piega in realtà a questo livello è più ridotta, osservando e misurando il labbro dorsale di essa e confrontandolo con quello delle sezioni più craniali.

Il Recessus mesenterico-entericus, in embrioni più sviluppati continua ad approfondirsi nel senso della lunghezza dell'embrione, e quindi a poco a poco scompare l'ispessimento epiteliale della base del recesso; tale aumento di profondità è già molto rilevante in un embrione con 1.3 mm di lunghezza della testa. Il recesso però non è ugualmente profondo in tutta la sua lunghezza; la sua profondità maggiore corrisponde al segmento craniale di esso; caudalmente va sempre più riducendosi e scompare coll'appiattarsi della piega del paramesenterio di destra.

La base del *Recessus mesenterico entericus*, nelle sezioni ove presenta la sua massima profondità, si continua verso sinistra con una propaggine epiteliale, la quale, nelle sezioni più craniali, è separata dall'epitelio di questo recesso: è questo l'abbozzo del *Recessus mesogastrii dorsalis*, del quale debbo ora occuparmi per i rapporti intimi che esso ha col *Recessus mesenterico-entericus*.

In embrioni con lunghezza della testa di 1.7 mm e profondità del recesso peritoneale destro (che, seguendo la nomenclatura di Broman, possiamo indicare col nome di *Recessus hepato mesenterico entericus*) di 0.23 mm, si trova, 0.02 mm caudalmente all'estremità craniale di quest'ultimo recesso, una cavità chiusa da tutti i lati nella sezione trasversa, a guisa di fessura, diretta trasversalmente e limitata da un epitelio spesso, che ventralmente e' in contatto con la parete dorsale dell'intestino. È il cosiddetto *Recessus mesogastrii dorsalis*, descritto da Broman in *Scincus officinalis* ed altri *Scincoidi*, e osservato anche in *Gongylus ocellatus*. Nell'embrione che ho preso in considerazione, questo recesso diventa più ampio caudalmente, e dopo 0.05 mm dalla sua origine, sbocca nel comune *Recessus hepato-mesenterico-entericus*, continuandosi caudalmente colla parte più profonda del *Recessus mesenterico-entericus*. Col progredire lo sviluppo dell'embrione il *Recessus mesogastrii dorsalis* aumenta in ampiezza ed anche in profondità; ma può presentare dimensioni varie anche in embrioni al medesimo stadio di sviluppo: in due embrioni infatti con lunghezza della testa di 1.7 mm questo recesso misurava in uno 0.03 mm, nell'altro 0.06 mm di profondità. Infine in embrioni con lunghezza della testa di 1.94, 2, 2.16, 2.3, 2.4, 2.74 mm misurava rispettivamente 0.07, 0.04, 0.08, 0.07, 0.06, 0.07 mm. Queste cifre non dimostrano, durante l'accrescimento dell'embrione, un aumento progressivo in profondità del *Recessus mesogastrii dorsalis*, il quale, giunto ad una determinata profondità, sembra che non subisca, almeno fino ad una certa epoca dello sviluppo, notevoli variazioni di accrescimento. — L'embrione più giovane nel quale ho visto apparire questo recesso aveva 1.4 mm di lunghezza della testa; il recesso era profondo soltanto 0.01 mm.

Nei diversi stadii di sviluppo varia entro limiti abbastanza estesi

la distanza tra la sua estremità craniale e quella del Recessus hepato-mesenterico-entericus. In embrioni infatti con lunghezza della testa di 1.7, 1.7, 1.7, 1.94, 2, 2.16, 2.3, 2.4, 2.74 mm troviamo che la suddetta distanza ammonta rispettivamente a 0.02, 0.02, 0.04, 0.04, 0.010, 0.07, 0.07, 0.09, 0.13, 0.10 mm, si ha cioè un aumento progressivo della distanza tra le estremità craniali dei due recessi. Questi dati sembrano essere in opposizione con quelli riportati da *Broman*, nelle sue osservazioni sul *Gongylus*; dice infatti quest' A. che la estremità cieca del Recessus mesogastrii dorsalis si estende talvolta cranialmente quanto la parte ventrale principale del Recessus hepato-mesenterico-entericus. Ma vedremo in seguito come quest'asserzione di *Broman* possa esser vera soltanto per i primi stadii di sviluppo del Recessus mesogastrii dorsalis.

Ora dobbiamo domandarci: La variazione della distanza sopracennata dipenderà da un accrescimento craniale della estremità del Recessus hepato-mesenterico-entericus, o da riduzione della corrispondente estremità del Recessus mesogastrii dorsalis? Risponderò a questa domanda dopo aver studiato il modo di origine e di accrescimento del Recessus mesogastrii dorsalis.

Quanto all'origine di questo recesso, io sono convinto che esso si sviluppa dall'epitelio che riveste la base del recesso mesenterico enterico nel punto ove questo mostra la massima sporgenza dorso-mediale, e sono in grado di provare quest'asserzione con l'esame dei miei preparati. Se prendiamo infatti ad esaminare la fig. 21, nella quale ho riprodotto la sezione trasversa di un embrione con 1.3 mm di lunghezza della testa, nel punto ove il Recessus mesentericus entericus raggiunge la massima profondità, si osserva che l'epitelio che riveste il fondo del Recessus mesentericus entericus si continua, dorsalmente all'intestino, con un breve prolungamento, di cui gli elementi cellulari sono ordinati circolarmente in serie semplice, limitando una piccolissima cavità circolare. Dorsalmente, addossate a queste cellule si trovano accumulati altri elementi epiteliali. Io considero la formazione ora descritta come il primo abbozzo del Recessus mesogastrii dorsalis, prodotto dalla proliferazione dell'epitelio della base del Recessus mesenterico entericus; è probabile anzi che tale propaggine epiteliale pro-



venga più specialmente dalla lamina celomatica che riveste la parete destra dell'intestino, perchè nella sezione caudale a quella che ho descritto e figurato, io osservo la stessa propaggine epiteliale ma senza cavità, la quale si continua direttamente con l'epitelio che limita ventralmente il Recessus mesenterico-entericus, senza mostrare alcuna connessione con la lamina dorsale dello stesso recesso. La cavità dell'abbozzo del Recessus mesogastrii dorsalis è limitata ad una sola sezione.

In un embrione anche più giovane, con lunghezza della testa di 1,2 mm, si può osservare la prima manifestazione del Recessus mesogastrii dorsalis sotto forma di un esile prolungamento cellulare che emana dall'epitelio della base del Recessus mesentericus entericus e si spinge verso sinistra giungendo ad insinuarsi con la sua estremità tra l'intestino e la lamina celomatica di questo lato. Questa disposizione e questo rapporto di unione del piccolo ammasso epiteliale dal quale origina il Recessus mesogastrii dorsalis con la lamina di rivestimento del Recessus mesenterico-entericus ci conferma che la stessa unione osservata nel precedente embrione, più avanzato di questo, non era secondaria, ma primitiva.

Originato in tal modo il Recessus mesogastrii dorsalis, cresce rapidamente tanto in ampiezza che in profondità, e abbiamo visto infatti che in embrioni con lunghezza della testa di 2,74 mm aveva una profondità di 0,07 mm.

Quanto al modo di accrescersi in profondità io credo che essa proceda in senso caudo-craniale. Ciò desumo da alcune caratteristiche disposizioni che prendo ora a descrivere. In embrioni dove esiste soltanto il primo abbozzo del Recessus mesogastrii dorsalis formato da una massa epiteliale con o senza cavità, nelle sezioni più craniali a questa formazione, ancora in rapporto con l'epitelio della base del Recessus mesenterico-entericus, si osservano altre masse epiteliali più piccole, che vanno assottigliandosi cranialmente, e giungono quasi fino a livello della sommità del Recessus hepato mesenterico entericus. Esse nella sezione trasversa appaiono isolate, sono però in continuazione e perciò in connessione con la massa epiteliale che costituisce l'abbozzo del Recessus mesogastrii dorsalis. Formatasi la cavità del recesso negli stadii più avanzati, essa cresce in profondità in direzione craniale.

rivestendosi degli elementi epiteliali che negli stadii più giovani formavano piccole masse solide. Poichè l'accrescimento di questo recesso ha luogo abbastanza rapidamente, si avrà ben presto che la sua estremità craniale si troverà quasi allo stesso livello della estremità craniale del Recessus hepato-mesenterico-entericus: nella fig. 22 ho riprodotto una sezione ove si trovano allo stesso livello le pareti craniali di questi due recessi. Ma come avviene adunque che più tardi, come abbiamo già notato, le cime di questi due recessi non si trovano più allo stesso livello? Anzitutto constatiamo che tale differenza è minima, però realmente esiste ed è costante. Noi possiamo interpretare questo fatto in due modi: o ammettendo un lieve accrescimento craniale della sommità del Recessus hepato mesenterico entericus o una riduzione della estremità del Recessus mesogastrii dorsalis. Io non esito ad ammettere la prima ipotesi, ricordando che abbiamo ammesso come probabile, sebbene di poca entità, l'accrescimento in tale direzione del Recessus hepato-mesenterico-entericus, e ciò si accorda perfettamente con le relazioni che questo recesso ora assume col Recessus mesogastrii dorsalis.

Voglio ora occuparmi dello sviluppo del paramesenterio di sinistra.

La prima manifestazione della piega del paramesenterio di sinistra ho osservato in embrioni di *Gongylus* con lunghezza della testa di 1.4 mm e con abbozzi polmonari rappresentati da seni pari e ben sviluppati. A livello dell'intestino polmonare, la splancopleura del lato sinistro cresce in estensione, e si allontana dalla parete intestinale formando una sporgenza ben manifesta nella cavità peritoneale. L'epitelio sembra crescere quasi in totalità, e non si ha ancora vera formazione di piega; i limiti di siffatta sporgenza sono, dorsalmente, l'angolo che segna il punto di passaggio tra la splancopleura intestinale e la lamina sinistra del mesenterio dorsale; ventralmente e cranialmente un ispessimento considerevole dell'epitelio che corrisponde, nella sezione trasversa, alla zona del solco laterale tra intestino esofageo vero e proprio e abbozzo polmonare, ispessimento, che nel segmento caudale della sporgenza si continua in una doccia: futuro Recessus pneumato-entericus sinister.

Noi troviamo già formata questa doccia in embrioni anche più giovani, con 1,3 mm di lunghezza della testa, prima che avvengano

visibili modificazioni dell'epitelio celomatico di sinistra. Essa non è da confondere col solco formato dalla splanchnopleura sinistra nel punto ove essa si ripiega per passare dal mesenterio ventrale nella parete dorsale del sinus venosus. Questa doccia è breve, non misurando anche in embrioni con 1,4 mm di lunghezza della testa che da 0,06 a 0,07 mm cranio-caudalmente: si trova opposta alla parte più profonda del recesso peritoneale di destra ed è limitata dorsalmente dalla splanchnopleura intestinale sporgente a guisa di cresta negli stadii un po' avanzati, ventralmente da un'altra sporgenza bassa, data dal sollevarsi della lamina epiteliale sinistra del mesenterio ventrale, la quale forma nello stesso tempo il limite dorsale del solco situato tra il seno venoso e il mesenterio ventrale.

Molto chiaramente si osserva la forma e la costituzione della piega del paramesenterio di sinistra in embrioni con 1,7 mm di lunghezza della testa, con tubo polmonare destro lungo 0,01 mm (assente a sinistra), e Recessus hepato-mesenterico-entericus profondo 0,23 mm. La fig. 23 rappresenta una sezione trasversa tangente all'estremità caudale dell'abbozzo polmonare, nella quale la piega del paramesenterio di sinistra mostra il massimo sviluppo e la sua forma caratteristica. Essa è costituita dalla lamina splanchnopleurale sinistra che dal mesenterio dorsale va alla doccia laterale sinistra poc'anzi descritta: è abbastanza alta, diretta lateralmente e alquanto dorsalmente; presenta un labbro dorsale spesso ma breve, un labbro ventrale quasi egualmente grosso ma più lungo del primo, un vertice molto assottigliato.

Procedendo caudalmente, dopo 5 o 6 sezioni di 0,01 mm, la piega del paramesenterio di sinistra ha perduto la sua forma caratteristica, s'è andata cioè appiattendosi per rivestire l'intestino che s'è già spinto verso sinistra, ma riappare (e ciò è specialmente manifesto in embrioni con 1,3 e 1,4 mm di lunghezza della testa) a livello del pancreas dorsale sotto forma di cresta molto sporgente, limitata ventralmente da una doccia che segna il limite tra pancreas e intestino. Dalla parte profonda del suo epitelio si spingono verso il lato opposto alcuni elementi cellulari, i quali vanno incontro ad altri elementi simili provenienti dalla parete del solco mesenterico-enterico (destro), che merita a questo livello di essere chiamato più propriamente, pancreatico-enterico.

Caudalmente al pancreas, la piega del paramesenterio riprende la forma di piega bassa, e scompare dopo alcune sezioni.

Nella fig. 23 si osserva che la doccia limitata ora dorsalmente dalla piega del paramesenterio di sinistra, è situata a livello di quello spazio che, nella sezione trasversa indica il limite tra l'intestino e l'abbozzo dei polmoni; procedendo caudalmente essa si approfonda appena oltrepassato l'abbozzo polmonare, e si continua nel Sulcus hepato-entericus sinister, formazione analoga al Sulcus hepato-entericus dexter, che abbiamo studiato a proposito dello sviluppo del paramesenterio di destra.

In un altro embrione con lunghezza cella testa di 1.7 mm, nel quale i tubi polmonari avevano raggiunto una lunghezza di 0.40 mm e il Recessus hepato mesenterico entericus una profondità di 0.27 mm, al posto della porzione più craniale del solco ventrale alla piega del paramesenterio sinistro, troviamo un recesso chiuso da tutti i lati nella sezione trasversa: è il cosiddetto Recessus pneumato entericus sinister (di Broman). Questo misura una profondità solo di 0.01 mm e origina subito caudalmente ai tubi polmonari, 0.01 mm caudalmente al Recessus hepato-mesenterico entericus, e ad una distanza dalla biforcazione della trachea di 0.07 mm. Si apre nella cavità peritoneale lateralmente e un po' dorsalmente, e si continua caudalmente in un Sulcus hepato-entericus, che sembra un po' più profondo di quello dell'embrione precedente.

Riepilogando le osservazioni fatte, noi troviamo che la piega del paramesenterio di sinistra e il Recessus pneumato-entericus sinister originano nel Gongylus ocellatus abbastanza tardi, in un'epoca cioè in cui il recesso peritoneale destro ha già acquistato una profondità rilevante; i due recessi, e per conseguenza il paramesenterio dei due lati, si trovano cranialmente allo stesso livello (fig. 27) o presentano differenze minime anche in embrioni allo stesso stadio di sviluppo. Particolarità simili ha descritto *Hochstetter* in embrioni di *Emys lutaria*.

Il Recessus pneumato-entericus sinister così formato cresce con grande lentezza in profondità, e questa non diventa mai considerevole. Infatti in embrioni con 1.94, 2.1, 2.16, 2.3 mm di lunghezza della testa, misurava rispettivamente 0.01, 0.05, 0.03, 0.03 mm di profondità,

mentre il Recessus hepato-mesenterico entericus negli stessi embrioni misurava rispettivamente 0.28, 0.31, 0.52, 0.48 mm.

Da questi numeri che indicano come la profondità del Recessus pneumato entericus sinister, nei vari periodi di sviluppo, non aumenti regolarmente e progressivamente, si rileva subito la grande variabilità di questo recesso durante l'accrescimento: tale variabilità io non so se dev'essere attribuita a ritardo di origine o a rallentato accrescimento di stadii più adulti; è da ritenere però che la formazione della piega del paramesenterio di sinistra, come del Recessus pneumato entericus di questo lato, presenti varietà di sviluppo notevoli, e ciò mi viene pure confermato da un embrione che ho sott'occhio, il quale benchè misuri 2 mm di lunghezza della testa non presenta ancora alcuna traccia nè di paramesenterio nè di doccia e di Recessus pneumato entericus sinister. Nello stesso embrione si ha inoltre una varietà di situazione del segmento più craniale del Recessus hepato-mesenterico-entericus, il quale è molto ampio e situato del tutto ventralmente all'intestino, di forma regolarmente quadrilatera, con le pareti che lo limitano a destra (paramesenterio) e a sinistra abbastanza simmetriche e quasi uguali per spessore e lunghezza.

Procedendo lo sviluppo del paramesenterio di sinistra e della rispettiva piega più lentamente di quello di destra, siamo in grado di sorprendere e studiare il modo di origine di queste formazioni con una certa facilità.

In un embrione con lunghezza della testa di 1.3 mm, appena oltrepassato caudalmente l'intestino polmonare, la splanenopleura che ha rivestito la parete sinistra dell'intestino, ventralmente a questo si approfonda e forma una breve doccia che ho più innanzi descritto. Nelle sezioni più craniali a questa il solco sparisce completamente, e al suo posto si trova un ispessimento epiteliale formato da cellule della splanenopleura le quali si sono moltiplicate attivamente e tendono a spingersi medialmente. Questa disposizione si può seguire per tre sezioni di 0.01 mm. Nello stesso tempo la splanenopleura che riveste la superficie laterale sinistra dell'intestino, dorsalmente al solco ed alla formazione epiteliale poc'anzi descritta, è regolare, piuttosto sottile, ben delimitata ed uniforme nelle sue due superfici, ma solo per un

tratto breve, fino cioè a livello circa della parete dorsale dell'intestino, dove diventa di nuovo molto spessa e col limite mediale alquanto irregolare; quest'apparenza è dovuta certamente alla eccessiva moltiplicazione cellulare che fa avanzare verso la superficie mediale gli elementi epiteliali.

In questo embrione adunque è già in parte formata la doccia che diventerà più tardi *Recessus pneumato entericus sinister*, ma in realtà di piega del paramesenterio io non vedo alcun segno evidente. Sul modo di formarsi della doccia non mi pare possano sorgere dei dubbi: essa è preceduta dalla proliferazione e consecutivo ispessimento della splanenopleura nella quale s'insinua la cavità peritoneale. Le disposizioni descritte nel precedente embrione dimostrano altresì che la formazione della doccia avviene in direzione caudo-craniale, poichè è cranialmente ad essa, ancora incompleta, che si trova l'ispessimento epiteliale che la precede nello sviluppo. Non sarebbe difficile anzi che in embrioni alquanto più giovani di questo si potesse trovare solo l'ispessimento epiteliale senza alcun indizio di solco, ma bisognerebbe aver a disposizione moltissimi embrioni di stadii quasi simili, poichè questa formazione, come dissi più innanzi, non si inizia sempre nello stesso periodo di sviluppo, nè è sempre normale. Solo in un embrione con 1 mm di lunghezza della testa io vidi molto ispessita la splanenopleura corrispondente alla futura doccia, ma, essendo lo stadio di sviluppo ancor troppo giovane, non s'era ancora formata una massa epiteliale ben distinta.

In embrioni un po' più avanzati, cioè con 1.4 mm di lunghezza della testa, la doccia è alquanto più profonda ed è continuata cranialmente dal solito ispessimento epiteliale; qui comincia a elevarsi lievemente la piega del paramesenterio di sinistra, che appare nella cavità celomatica come un rigonfiamento di quasi tutta la lamina della splanenopleura che riveste la parete laterale dell'intestino. Da questo stadio si passa a quello già precedentemente descritto nell'embrione con lunghezza della testa di 1,7 mm (fig. 23), dove la piega del paramesenterio di sinistra assume la forma di cresta con un vertice più assottigliato dei suoi labbri.

Come s'innalza ora questa piega? Abbiamo visto che solo la for-

mazione della doccia ventrale ad essa non basta a determinarne la presenza perchè la piega origina più tardi della doccia e non contemporaneamente; potremo perciò ammettere subito che in stadii più avanzati la formazione della piega potrà contribuire a rendere la doccia più profonda. Io credo pertanto che la formazione della piega del paramesenterio di sinistra si debba spiegare nel modo seguente.

La splancopleura intestinale sinistra si accresce considerevolmente in due zone distinte, una delle quali appartiene al segmento più ventrale, l'altro al segmento più dorsale di essa; rimane inerte o cresce insensibilmente la zona interposta fra queste. La conseguenza naturale di questo ineguale accrescimento, non potendo l'epitelio splancopleurale ripiegarsi e penetrare medialmente per gli organi che vi sono contenuti, sarà la protrusione laterale della splancopleura, che assumerà la forma di una piega, costituita da due labbri, dorsale e ventrale, e di una sommità, la quale corrisponde alla zona di accrescimento più lenta. Col progredire lo sviluppo, se le due zone di accrescimento, corrispondenti ai due labbri, progrediscono uniformemente, si avrà che l'apice sarà diretto lateralmente; se invece si svilupperà prevalentemente uno dei labbri, l'apice potrà esser rivolto, a seconda dei due casi, più o meno ventralmente o dorsalmente. Questo modo di intendere la formazione della piega del paramesenterio di sinistra io posso ora provarlo con i miei preparati. Comincio col ricordare che nell'embrione con 1,3 mm di lunghezza della testa, dove si trova la prima manifestazione della doccia della splancopleura di sinistra, l'epitelio celomatico di questo lato presentava due zone di accrescimento ben distinte che ho riprodotto nella fig. 24. In A noi vediamo la zona ventrale (e qui è da notare che una parte di questa zona formerà il limite dorsale della doccia), e in B la zona dorsale di accrescimento; in queste zone è manifesta la moltiplicazione attiva degli elementi epiteliali anzitutto per l'aumentato spessore dell'epitelio, poi per l'accumulo irregolare di gran numero di elementi cellulari nel margine mediale della zona, e per la grande quantità di cellule in stato di divisione. Nella zona intermedia gli elementi cellulari sono disposti regolarmente e non mostrano alcuna attività proliferativa.

Disposizioni anche più chiare si osservano in un embrione con

lunghezza della testa di 1.4 mm, nel quale le due zone di accrescimento sono più spesse che nell'altro, e si sono un po' sollevate, facendo in tal guisa risaltare anche meglio la zona intermedia destinata a formare l'apice della piega. Io quindi non metto in dubbio che l'elevarsi della piega del paramesenterio di sinistra non sia da attribuire all'attivo ed ineguale accrescimento della splancnopleura intestinale sinistra; ritengo anche di aver sufficientemente dimostrato che la doccia che essa limita ventralmente sia originata per attivo accrescimento dell'epitelio celomatico in direzione mediale. Formatasi la piega, questa contribuirà in seguito a render la doccia più profonda e a modificarla, ma non può in nessun caso determinarne la prima origine, perchè la doccia precede sempre la comparsa della piega.

Se dalle disposizioni osservate sul modo di origine della piega del paramesenterio di sinistra e della doccia ventrale ad essa, fosse lecito trarre considerazioni sullo sviluppo delle formazioni omonime del lato destro — le quali per condizioni speciali di sviluppo non si lasciano scrutare con troppa chiarezza — per spiegarne l'origine, dovremmo ammettere come certa anche per queste l'interpretazione ammessa per il lato sinistro. Si tratterebbe d'altronde di semplice conferma perchè rammenterò che, pur mostrandosi a destra talune disposizioni più oscure, ammissi tuttavia interpretazioni quasi simili a queste ora accettate per il lato sinistro. Voglio aggiungere soltanto che, data l'origine quasi contemporanea nel lato destro dell'invaginazione celomatica, ventrale alla piega, non potei escludere in modo assoluto, come mi riesce facile per il lato sinistro, la partecipazione di questa invaginazione nel determinare il sollevamento di essa.

Dobbiamo ora proporci il quesito: come avviene la formazione del Recessus pneumato-entericus sinister, e in qual modo esso si approfonda? *Broman* sostiene per tutti i Rettili, che il Recessus pneumato-entericus sinister, originato come una invaginazione della grande cavità del corpo, penetra cranialmente, isolando in tal modo il polmone sinistro dall'intestino. *Hochstetter* non ammette nè l'invaginazione nè la penetrazione craniale di esso, dimostrando che deve la sua origine all'accrescimento della piega del paramesenterio di sinistra.

Nella descrizione fatta poco prima dei miei embrioni di *Gongylus*,



mi pare di aver sufficientemente dimostrato come la doccia situata ventralmente alla piega del paramesenterio di sinistra sia dovuta ad un processo di invaginazione in conseguenza dell'approfondirsi dell'epitelio celomatico; ma non posso accettare che il Recessus pneumatoentericus sinister si formi per una invaginazione della grande cavità del corpo in direzione craniale, nel senso di *Broman*. Questo recesso deve invece la sua origine all'accrescimento della piega del paramesenterio di sinistra, come ammise *Hochstetter* nei Rettili da lui presi in esame, e come io cercherò di dimostrare in embrioni di *Gongylus*.

In *Gongylus* oc. la piega del paramesenterio di sinistra diventa più alta col progredire lo sviluppo dell'embrione. Essa però, come si potrebbe immaginare, non si spinge ulteriormente in direzione laterale dove toccherebbe ben presto la parete laterale della cavità del corpo, ma si ripiega e si dirige ventralmente. Come avviene questo ripiegamento non è facile precisare, tuttavia è da ammettere che si effettui nel modo che ho precedentemente accennato come ipotesi a proposito della formazione della piega del paramesenterio di sinistra, come può verosimilmente dedursi seguendone le varie fasi di sviluppo. I due labbri della piega, secondo le mie osservazioni, non crescono nelle medesime proporzioni, ma quello dorsale prevale su quello ventrale, e ne consegue necessariamente che il vertice della piega si sposterà verso la parte che cresce meno. L'apice rimane sempre costituito dalla primitiva zona epiteliale, che sappiamo accrescersi lentamente, e ciò si osserva con facilità nei varii stadii di sviluppo, dove esso rappresenta la zona più sottile della piega (almeno fino a che non è costituito il paramesenterio). A determinare siffatto incurvamento ventrale, non è, io credo, neppure estraneo l'ingrandirsi della doccia ventrale che rapidamente si approfonda; è molto probabile infatti che la parte più mediale dell'epitelio del labbro ventrale progredisca medialmente, contribuendo a ingrandire questa doccia che raggiunge in alcuni casi profondità e dimensioni considerevoli.

Comunque ciò avvenga, continuando l'apice della piega del paramesenterio di sinistra a crescere ventralmente, si unirà al limite ventrale della doccia che sta di fronte ad esso, e si formerà il Recessus pneumatoentericus sinister chiuso da ogni lato. Ma se osserviamo questa piega

anche in embrioni giovani, nei quali il Recessus pneumato-entericus ha una profondità di 0.01 o di 0.03 mm, noi vediamo che la piega che continua il paramesenterio è piuttosto breve, e che la sua unione alla lamina epiteliale che le sta di fronte è dovuta anche in parte al sollevarsi di una piega ventrale che va incontro ad essa. Questa disposizione è evidente nella fig. 25 che rappresenta una sezione di un embrione con Recessus pneumato-entericus profondo 0.03 mm, a livello della regione dove il Recessus pneumato entericus sinister sta per aprirsi nella cavità celomatica; sono ben manifeste le due sporgenze che vengono a contatto per formare la chiusura del recesso.

Disposizioni ben diverse si osservano in un embrione con lunghezza della testa di 2.1 mm, nel punto dove sta per aprirsi il Recessus pneumato entericus sinister e che ho riprodotto nella fig. 26. Si rileva in questa sezione che il Recessus pneumato entericus sinister si apre caudalmente al tubo polmonare sinistro, mentre esiste ancora il tubo polmonare destro, che si continuerà caudalmente per una lunghezza di 0.03 mm. La piega del paramesenterio di sinistra è più alta di quella che abbiamo visto nella fig. 25, e per chiudere il Recessus pneumato-entericus essa raggiunge ventralmente la parete del setto trasverso, senza che si manifesti quella rilevatezza che le andava incontro nella fig. 25, e che mostrava di essere quasi più alta della stessa piega del paramesenterio. Nello stesso tempo vediamo che il Recessus pneumato-entericus sinister è meno ampio e che viene ad aprirsi in un piano molto più ventrale. Per intendere le disposizioni ora accennate, è necessario ricordare alcune modalità di sviluppo dei tubi polmonari e del loro abbozzo mesodermale.

Appena avvenuta la biforcazione della trachea, i tubi polmonari che fanno seguito ad essa si trovano allontanati fra loro, e vengono a situarsi quasi a contatto della splancopleura, immersi in un abbondante tessuto connettivo embrionale. Col progredire lo sviluppo e col successivo allungarsi caudalmente dei tubi polmonari il loro abbozzo mesodermale cresce di pari passo, e si manifestano due solchi, uno ventrale, l'altro dorsale, che limitano in ciascun lato tale abbozzo, che appare sotto forma di due bozze voluminose sporgenti nella cavità celomatica. Ma già in stadii abbastanza precoci di sviluppo, quando

ancora i tubi polmonari non misurano che 0,07 o 0,08 mm di lunghezza: nel tessuto connettivo che li avvolge si manifestano dei seni che hanno stretto rapporto con essi: sono i Recessi peritoneali. La fig. 27 mostra appunto una sezione di un embrione con 2,1 mm di lunghezza della testa, a livello del segmento caudale dei tubi polmonari. Qui vediamo il recesso peritoneale destro (*Recessus hepato mesentericus entericus*), la cavità del quale presenta il massimo diametro in senso trasversale, con leggera obliquità verso sinistra, situato medialmente all'estremità del tubo polmonare destro, e ventralmente all'intestino; e il recesso peritoneale sinistro (*Recessus pneumato entericus sinister*), che ha la cavità diretta in senso opposto al primo, cioè dorso-ventralmente, situato tra l'intestino e il tubo polmonare di questo lato. Nelle sezioni più caudali scompare dapprima il tubo polmonare destro, mentre il seno peritoneale di questo lato diventa sempre più ampio; il tubo polmonare sinistro, più lungo, si può seguire ancora per due sezioni di 0,01 mm, e termina caudalmente quando sta per aprirsi caudalmente il *Recessus pneumato entericus* di sinistra. La sua estremità caudale è visibile ancora nella sezione craniale a quella rappresentata nella fig. 25, dove occupa la continuazione della sporgenza mesodermale che ho riprodotto nella fig. 25, e che abbiamo visto concorrere, con la piega del paramesenterio, a chiudere il *Recessus pneumato entericus sinister*. Noi dunque conosciamo adesso l'origine di questa protuberanza: è dovuta cioè alla continuazione caudale del rivestimento mesodermale del tubo polmonare sinistro; essa è brevissima e scompare rapidamente; infatti, 2 sezioni di 0,01 mm caudalmente alla fig. 25 non si ha traccia di essa.

Queste disposizioni rimangono invariate per due o tre stadii successivi, ma nell'embrione corrispondente alla fig. 26 troviamo modificazioni molto importanti. In questo esemplare i tubi polmonari sono pure di lunghezza ineguale, ma è più breve il sinistro di 0,06 mm. In una sezione 0,02 mm craniale alla fig. 26, si trovano il segmento terminale del tubo polmonare sinistro e l'estremità craniale del *Recessus pneumato entericus*. Questo presenta una cavità meno ampia di quella dell'embrione precedente, ma i rapporti sono identici: è situato cioè tra il polmone e l'intestino. Nella sezione più caudale vi è ancora

una traccia del tubo polmonare, ma il recesso che negli embrioni prima esaminati si apriva dorsalmente ad esso, mostra già che verrà ad aprirsi invece ventralmente, e finalmente, nella sezione riprodotta nella fig. 26 il recesso è già quasi aperto, e in continuazione del tubo intestinale si osserva una piega dell'epitelio celomatico contenente tessuto mesodermale che avvolge e limita l'estremità caudale del tubo polmonare. Questa piega è il paramesenterio di sinistra, ed è questo che dal momento che chiude lateralmente il Recessus pneumato entericus sinister contiene il segmento terminale del tubo polmonare, a differenza di quanto avveniva nell'embrione precedentemente descritto, nel quale il tubo polmonare terminava ventralmente a questa piega. Per spiegarci ora le disposizioni del 1° e quelle del 2° embrione dobbiamo considerare che nel 1°, la piega del paramesenterio, ancora poco alta, non ha raggiunto la regione occupata dal tubo polmonare, che è al contrario molto sviluppato, quindi la chiusura del Recessus pneumato entericus, più che all'altezza della piega, si deve alla forte sporgenza dell'abbozzo mesodermale del polmone che è ventrale ad essa. Nel 2° invece, diventata la piega del paramesenterio così alta da chiudere il recesso peritoneale sinistro, il tubo polmonare di questo lato, continuando ad allungarsi, penetrerà nello spessore di essa, già diventata paramesenterio di sinistra, e l'apertura del recesso rimarrà allora non solo ventrale alla piega ma anche al tubo intestinale.

In quest'ultimo embrione avremmo dovuto trovare un Recessus pneumato entericus più profondo del precedente, invece non ha 0.03, mentre l'altro aveva 0.05 mm di profondità, ed era anche notevolmente più ampio. Io credo debba ciò attribuirsi alla grande variabilità di questa formazione (ricordo di aver già accennato anche alla mancanza assoluta di paramesenterio e di Recessus pneumato entericus sinister), ciò che rende difficile e lungo il compito di investigarne il modo di formazione.

Dopo quanto ho detto, mi pare risulti chiaro che non posso accettare per *Gongylus* la formazione del Recessus pneumato entericus sinister per invaginazione della cavità celomatica nel modo ammesso da Bro-man in altri Rettili, non avendo nelle mie osservazioni riscontrato alcuna prova in favore di tale ipotesi. La distanza del recesso dalla

biforcazione della trachea sarebbe pure contro siffatta origine, ma è giusto riconoscere che tali misurazioni non possono aver valore per la grande variabilità del recesso in stadii anche simili di sviluppo, e perchè non è possibile stabilire in modo esatto di quanto cresce, col progredire lo sviluppo, la regione situata tra la biforcazione della trachea e il recesso.

*Sviluppo e disposizione dei recessi del mesenterio in Gongylus ocellatus.* — Ai recessi mesenteriali del *Gongylus oc.* accenna brevemente *Broman* suo lavoro sulla Bursa omentalis [1904], e di essi dice che hanno molte rassomiglianze con gli *Scincoidi* da un lato e con gli *Anguidi* dall'altro. I legamenti polmonari sono simmetrici e semplici come in quest'ultima famiglia. Il Recessus hepato-mesenterico entericus non si continua cranialmente in un Recessus pneumato entericus dexter. Il Recessus hepato-mesenterico entericus si estende cranialmente circa fino all'altezza dell'estremità caudale del polmone destro, il legamento del quale non ha generalmente alcuna relazione diretta con la parete laterale del recesso. La estremità cieca del Recessus mesogastrii dorsalis si estende talvolta cranialmente tanto quanto la parte ventrale principale del Recessus hepato-mesenterico-entericus. Nel rimanente le formazioni dei recessi non differiscono da quelle riscontrate in *Scincus officinalis*.

Questa la descrizione di *Broman*. Io voglio ora esaminare più minutamente come si presentano i recessi mesenteriali nella serie di *Gongylus* da me posseduta, valendomi anche del sussidio di alcune ricostruzioni plastiche.

Nei più giovani stadii, appena comparsa la piega del paramesenterio di destra, e prima dell'origine dei tubi polmonari, si trova l'abbozzo di due recessi: il Recessus hepato-entericus, costituito da un'inse-natura della cavità peritoneale dorsalmente al fegato e al lato destro del mesenterio ventrale, e il Recessus mesenterico entericus, limitato dorsalmente dalla piega del paramesenterio di destra, medialmente dalla splancopleura della parete destra dell'intestino.

In embrioni con lunghezza della testa di 1.4 mm la piega destra del paramesenterio è unita al seno venoso per una lunghezza di 0.07 mm. Subito caudalmente all'abbozzo polmonare, ancora rappresentato da

due seni, si vede nella sezione trasversa un recesso chiuso da tutti i lati per un tratto di 0,07 mm, che rappresenta il segmento più craniale dei seni peritoneali prima nominati. Questo recesso formato dalla riunione dei primi due, chiamato *Recessus hepato mesenterico entericus* si apre caudalmente e lateralmente nella cavità peritoneale per mezzo di una fessura longitudinale che si allarga sempre più caudalmente: l'*Hiatus recessus hepato mesenterico entericus*, comune anche al segmento caudale del medesimo recesso. — Caudalmente, tra l'abbozzo del pancreas dorsale e l'intestino non s'è formato alcun seno o tasca che termini a fondo cieco. La piega del paramesenterio di destra continua il paramesenterio del lato omonimo, e diventa caudalmente sempre più bassa (fig. 33); scompare del tutto 0,16 mm caudalmente dal limite caudale dell'*hiatus communis Recessus hepato mesenterico entericus*.

Nel lato sinistro è già sviluppata la piega del paramesenterio, ma non si ha formazione di alcun recesso.

Embrione di *Gongylus* con lunghezza della testa di 1.7 mm. Il tubo polmonare di destra è lungo 0,01 mm; non esiste tubo polmonare sinistro. — Il *Recessus hepato mesenterico entericus* è lungo 0,21 mm; la sua estremità craniale corrisponde alla sezione che è subito caudale al tubo polmonare destro. A livello dell'abbozzo del fegato, che, come sappiamo, limita il recesso ventralmente, si manifesta una prominenza a forma di cono della parete ventrale del recesso, determinata da un lobo del fegato che si sviluppa dorsalmente (*lobus Spiegelii*). — La distanza tra la doccia di biforcazione e l'estremità craniale del recesso è di 0,04 mm. — Il *Recessus hepato-mesenterico entericus* presenta una forma diversa, già manifesta in stadii anche più giovani, nei suoi varii segmenti: cranialmente, è una cavità abbastanza regolare, col massimo diametro trasversale, di forma più o meno ovalare, con la piccola estremità rivolta medialmente. Più caudalmente, oltrepassato lo sbocco del *Recessus mesogastrii dorsalis* ha la massima lunghezza dorso-ventrale e una forma irregolarmente triangolare nella sezione trasversa: vi possiamo descrivere tre prolungamenti corrispondenti ai tre angoli: uno dorsale, tra l'intestino e il paramesenterio (*Recessus mesenterico-entericus*); uno ventro-mediale tra la lamina

destra del mesenterio ventrale e la prominenza del lobo epatico; uno ventro-laterale tra questo lobo e il paramesenterio. Caudalmente al margine craniale dell'Hiatus quest'ultimo prolungamento si apre nel celoma.

Tra l'abbozzo del pancreas dorsale e l'intestino s'è formato un recesso che termina a fondo cieco della profondità di 0,025 mm. Questa formazione che appare ora la prima volta è il Recessus pancreatico-entericus, chiamato anche da *Broman*: Bursa omenti majoris. Questa si trova al lato destro dell'intestino ed è limitata lateralmente da una piega a direzione dorso-ventrale tra il paramesenterio di destra e il margine dorsale del fegato; è chiamata da *Broman* Plica arteriae coeliacae; essa contiene l'art. coeliaca, in parte l'abbozzo del pancreas dorsale, e in alcuni Rettili anche l'abbozzo della milza. Nell'embrione di *Gongylus* che ora esamino, la Plica arteriae coelicae è una piega bassa ma abbastanza estesa trasversalmente; contiene l'art. coeliaca che origina dall'aorta a un livello molto più craniale, ma l'abbozzo del pancreas dorsale è del tutto dorsale ad essa. — *Broman* è in dubbio se la Bursa omenti majoris sia da considerare come una parte del Recessus hepato mesenterico entericus, formatasi per lo spostamento dello stomaco, oppure, in parte, per attivo accrescimento del recesso tra il pancreas e lo stomaco, ma in ultimo ammette come verosimile l'origine in quest'ultimo modo, e come certa quella dipendente dallo spostamento caudale dello stomaco. Negli embrioni da me esaminati non si lascia affatto sorprendere il modo col quale avviene l'origine di questo recesso; non posso quindi portare delle prove che possano convalidare le ipotesi ammesse da *Broman*.

Il Recessus mesogastrii dorsalis è ben sviluppato e del tutto indipendente per una lunghezza di 0,06 mm. Esso è situato dorsalmente all'intestino, col quale si trova in rapporto; è tanto esteso in senso trasversale, da toccare quasi le splenopleure dei due lati; la sua cavità, nel segmento più craniale, è in forma di fessura, ed ha un rivestimento epiteliale molto spesso. Termina caudalmente aprendosi nel grande Recessus hepato-mesenterico-entericus, il quale aumenta molto in ampiezza appunto perchè la continuazione del Recessus mesogastrii dorsalis entra a far parte del Recessus mesenterico entericus.

Non esiste un Recessus pneumato entericus sinister.

Embrione di *Gongylus* con lunghezza della testa di 1,7 mm. I tubi polmonari, abbastanza simmetrici nei due lati misurano 0,05 mm di lunghezza. Il Recessus hepato mesenterico entericus origina subito caudalmente all'estremità caudale dei tubi polmonari; anzi la sua parete craniale è visibile nella sezione trasversa che comprende anche l'estremità caudale dei polmoni. E' profondo 0,27 mm. — L'apice, o estremità del Recessus hepato mesenterico entericus, che dista 0,06 mm dalla doccia di biforcazione, sembra essere in diretta continuazione col Recessus hepato-entericus; a mano a mano che si procede caudalmente, si manifesta pure un'insenatura dorsale (Recessus mesenterico-entericus), che si approfonda considerevolmente, dopo lo sbocco del Recessus mesogastrii dorsalis, nella continuazione appunto di questo recesso.

Il Recessus mesogastrii dorsalis è profondo 0.07 mm.

Il Recessus pancreatico entericus non differisce da quello dell'embrione precedente che per la minore profondità, che ammonta a 0.01 mm.

Esiste un Recessus pneumato entericus sinister profondo 0.01 mm. La sua parete craniale si trova nella sezione trasversa che segna immediatamente le estremità caudali dei tubi polmonari, ed è situato un po' dorsalmente a questi. La cavità del recesso è in rapporto dorsalmente con l'intestino; a destra, corrisponde ad essa la parte più profonda del Recessus hepato-entericus. Si apre nel celoma per mezzo di un Hiatus limitato dorsalmente dalla piega del paramesenterio di sinistra, ventralmente da un'altra ripiegatura della splancnopleura contenente molti elementi connettivali che fanno parte dell'abbozzo mesodermale del tubo polmonare di questo lato limitandolo caudalmente. — In sezioni molto più caudali la piega del paramesenterio di sinistra giunge fino nella regione del pancreas dorsale.

Embrione di *Gongylus* oc. con lunghezza della testa di 1.94 mm. I tubi polmonari sono di lunghezza quasi uguale, misurando il destro 0.06, il sinistro 0.05 mm. L'estremità craniale del Recessus hepato mesenterico entericus si trova 0.03 mm cranialmente alla terminazione del tubo polmonare di destra; ha forma di fessura diretta trasversalmente e un po' arcuata ventralmente, è situata ventralmente all'in-



testino, e dista dalla doccia di biforcazione 0.04 mm. La parte chiusa del recesso si apre nella cavità celomatica a 0.28 mm dalla sua estremità craniale. Dal segmento craniale a fondo cieco del Recessus hepato mesenterico entericus si separa una piccola parte che corrisponde alla sua estremità sinistra, situata in vicinanza del tubo polmonare sinistro, rendendosi indipendente per due sezioni di 0.01 mm. Verosimilmente questa separazione, che si osserva pure nell'embrione precedente, è dovuta ad avvicinamento e consecutiva fusione delle pareti del recesso.

Il Recessus mesogastrii dorsalis non presenta differenze nè di forma nè di profondità.

Il Recessus pancreatico entericus ha una profondità di 0.02 mm. E' sempre situato al lato destro dell'abbozzo dello stomaco, ed ha forma allungata dorso-ventralmente.

Il Recessus pneumato entericus sinister è profondo 0.01 mm, ha pareti molto spesse, ma una cavità molto ristretta. La sua estremità craniale si trova subito caudalmente al tubo polmonare sinistro, quindi anche caudalmente al Recessus hepato mesenterico entericus. Quanto alla sua situazione, esso trovasi tra l'intestino e il tessuto connettivo che limita caudalmente il tubo polmonare sinistro: nella sezione trasversa che colpisce l'estremità caudale del tubo polmonare sinistro si vede, tra questo e l'intestino, una piccola massa epiteliale che appartiene alla sua parete craniale.

Embrione di *Gongylus* con lunghezza della testa di 2.1 mm. I tubi polmonari sono quasi ugualmente lunghi: il destro misura 0.08, il sinistro 0.09 mm. La cavità del Recessus hepato mesenterico entericus comincia cranialmente 0.03 mm prima della terminazione del tubo polmonare di questo lato, dista 0.07 mm dalla doccia di biforcazione, ed ha una profondità di 0.31 mm. Nel modello rappresentato nella fig. 34, possiamo osservare la forma del Recessus mesenterico entericus — di cui è riprodotto il contorno della parete epiteliale — e il suo rapporto col tubo polmonare destro. Il segmento craniale del Recessus hepato mesenterico entericus appartiene interamente alla regione polmonare; esso giunge fino in vicinanza della doccia di biforcazione, e con la sua parete laterale destra è in rapporto col tubo polmonare dello stesso lato. E' anche molto evidente la sua forma caratteristica:

cranialmente la parete ventrale è pianecciante; a mano a mano che procede caudalmente si forma nella sua parte mediana una doccia longitudinale molto profonda e sporgono, lateralmente ad essa, i due angoli che rappresentano i due prolungamenti ventro mediale e ventro laterale della cavità. La doccia, come negli altri embrioni, è formata dall'approfondirsi del lobo dorsale o di Spigelio del fegato. Seguendo l'angolo ventro-mediale dalla sua estremità craniale si rileva che esso caudalmente si va allontanando dall'intestino, però dal segmento caudale del recesso origina un'insenatura mediale che si mette in rapporto col tubo intestinale.

Osservando il modello dorsalmente, troviamo il Recessus mesogastrii dorsalis — lungo 0.06 mm — che si continua caudalmente col Recessus mesenterico entericus. Il margine laterale sinistro di questi due recessi si dirige caudalmente un po' obliquo verso destra, mentre l'intestino si sposta gradatamente verso sinistra; ne risulta che verso l'estremità caudale del Recessus hepato mesenterico entericus, la parete dorsale dell'intestino è quasi affatto libera, cioè senza alcun rapporto col recesso in parola.

Il Recessus pancreatico entericus non differisce da quello osservato nel precedente embrione.

Il Recessus pneumato entericus sinister ha una profondità di 0,05 mm. Come dimostra il modello, esso trovasi situato tra il tubo polmonare sinistro e l'intestino, e la sua estremità craniale è quasi allo stesso livello dell'apice del Recessus hepato mesenterico entericus. Si apre col suo hiatus caudalmente e dorsalmente al tubo polmonare sinistro appena oltrepassato il limite di questo.

Embrione di *Gongylus* con lunghezza della testa di 2.3 mm. I tubi polmonari sono ineguali; il destro misura 0.14, il sinistro 0,08 mm. L'apice del Recessus hepato mesenterico entericus corrisponde cranialmente a tre sezioni di 0.01 mm prima della terminazione del tubo polmonare destro e dista dalla doccia di biforcazione 0.12 mm. Nella fig. 35 ho riprodotto il modello della cavità del recesso, insieme all'intestino e agli abbozzi polmonari. L'estremità craniale del recesso è molto ristretta e si trova per brevissimo tratto nella regione dell'estremità caudale del tubo polmonare. La forma generale di questo recesso

è simile a quella già osservata nell'embrione precedente. Però la doccia longitudinale ventrale ha qui una profondità maggiore, che si accentua anche più caudalmente, dove i due angoli ventrali hanno tendenza ad avvicinarsi fra loro. Ma ad un livello che corrisponde alla Bursa omenti majoris, la cavità del Recessus hepato mesenterico entericus, che trovasi in intimo rapporto ventralmente con la vena omphalo-mesenterica, diventa quasi ad un tratto piccolissima e di forma irregolarmente triangolare, spostandosi nello stesso tempo un po' ventralmente e verso destra per una lunghezza di 0,05 mm circa. Quindi si allunga ventralmente, assumendo ora la forma di una fessura situata al lato destro della vena omphalo-mesenterica, e finalmente, dopo essersi di nuovo un po' allargata si apre nella cavità peritoneale. Disposizioni press'a poco identiche io osservai anche in un embrione più giovane, con 2.16 mm di lunghezza della testa, nel quale esisteva la stessa lunghezza e asimmetria dei tubi polmonari, solo, a differenza dell'altro, l'estremità a fondo cieco del Recessus hepato mesenterico entericus distava dalla doccia di biforcazione solo 0.07 mm, e quindi il recesso penetrava per un tratto maggiore nella regione polmonare. La profondità del Recessus hepato mesenterico entericus era di 0.52 mm: nell'embrione con lunghezza della testa di 2.3 mm, era di 0.47 mm.

Ritornando a quest'ultimo embrione, vediamo che il Recessus mesogastrii dorsalis s'è alquanto ingrandito: esso è profondo infatti 0,08 mm. Il Recessus pancreatico entericus ha una cavità molto ristretta e una profondità di 0,01 mm. — Il Recessus pneumat. entericus sinister è profondo 0,03 mm. Le stesse dimensioni si hanno nell'embrione con 2,16 mm di lunghezza della testa, se si eccettua il Recessus mesogastrii dorsalis che ha una profondità di 0,10 mm.

Embrione di *Gongylus* con lunghezza della testa di 2.4 mm. I tubi polmonari sono simmetrici e di lunghezza quasi uguale, misurando il destro 0.17 mm il sinistro 0.18 mm. — Il Recessus hepato mesenterico entericus ha una profondità di 0.53 mm: la sua estremità craniale, che dista dalla doccia di biforcazione 0.20 mm, è subito caudale alla terminazione del tubo polmonare destro. Come mostra la fig. 36, questo recesso presenta le stesse particolarità studiate nell'embrione precedente, solo il suo angolo ventro-mediale, nel suo segmento caudale

è rivolto anche più verso destra. Termina con una porzione ristretta, quasi un canale, diretto ventralmente e un po' verso destra.

Il Recessus mesogastrii dorsalis è lungo 0,07 mm, e forma, nel punto d'incontro col Recessus hepato mesenterico entericus un angolo acuto aperto in alto (fig. 36).

Il Recessus pancreatico entericus ha una profondità di 0,015 mm. Nel modello (fig. 36) dove esso è bene evidente, si vede rappresentare la terminazione del diverticolo mediale del Recessus hepato mesenterico entericus. — Nella Plica arteriae coeliacae decorre una ben sviluppata arteria coeliaca.

Il Recessus pneumato entericus sinister misura in profondità 0,02 mm; ha una cavità ristretta, di forma quasi circolare, e situata medialmente al tubo polmonare sinistro. Appartiene in tutta la sua estensione alla regione polmonare, e si apre nel celoma per mezzo di un hiatus che si trova ventralmente al tubo polmonare sinistro.

Embrione di *Gongylus* con lunghezza della testa di 2,74 mm. Il Recessus hepato mesenterico entericus origina cranialmente 0,07 mm prima della terminazione del tubo polmonare dello stesso lato, e dista dalla doccia di biforcazione 0,32 mm. La cavità del Recesso, per l'aumentato sviluppo del lobo dorsale del fegato, è diventata strettissima, quasi una fessura, che si apre ventralmente nella cavità peritoneale, in continuazione del suo prolungamento o angolo ventro-mediale, a livello del duodeno, tra quest'organo e il margine sinistro del fegato. Il primitivo hiatus è ora lateralmente chiuso da una nuova formazione, la *Plica venae cavae*. Questa piega, messa bene in evidenza la prima volta da *Hochstetter* [7], che la designò come limite caudale della cavità pleurica destra, si estende dal margine dorsale del fegato all'angolo formato dal mesenterio dorsale medialmente, e il mesonefros lateralmente. Essa contiene un lobo del fegato, Lobus venae cavae hepatis (Broman), e caudalmente la vena cava inferior. Tra il margine mediale di questa piega e il paramesenterio di destra si forma un nuovo recesso, il Recessus plicae venae cavae, il quale è formato da una tasca chiusa da ogni lato nella sezione trasversa, della profondità di 0,15 mm, e aperta cranialmente nella cavità peritoneale.

Il Recessus mesogastrii dorsalis, misura in profondità 0,12 mm.

Ha una forma triangolare: il lato ventrale è sempre curvo, ma i suoi due angoli ventrali si prolungano ora ventralmente in forma di due fessure, fino a livello delle inserzioni dei legamenti polmonari. Dopo lo sbocco nel Recessus hepato mesenterico entericus, il Recessus mesogastrii dorsalis non tende subito a ridursi, ma si spinge dorsalmente formando un'insenatura ristretta lateralmente ma profonda: i suoi margini sono nello stesso tempo molto frastagliati. Questo diverticolo dorsale si riduce notevolmente appena oltrepassato il limite caudale del Recessus plicae venae cavae.

Il Recessus hepato mesenterico entericus forma caudalmente un fondo cieco al lato destro dello stomaco, che non viene però isolato in nessuna parte per la formazione di un Recessus pancreatico entericus indipendente, perchè non esiste Plica arteriae coelicae vera e propria contenente l'arteria omonima, la quale si trova completamente addossata alla parete destra dello stomaco.

Esiste un Recessus pneumato entericus sinister. Esso dista dalla biforcazione della trachea 0,15 mm, si trova cioè ad un'altezza che corrisponde alla metà circa della lunghezza dei tubi polmonari: ha una profondità di 0,07 mm e si trova situato medialmente al tubo polmonare di sinistra. Ha una forma allungata dorso-ventralmente, con una estremità ventrale più aguzza. Questo recesso fa sì che il polmone sinistro possieda due legamenti ben distinti: uno ventrale unito al mesenterio ventrale, e uno dorsale unito al tessuto mesodermale che circonda l'esofago (fig. 28).

Il Recessus pneumato-entericus sinister si apre ventralmente e lateralmente al tubo polmonare sinistro per mezzo di un hiatus ristretto, a forma di fessura; nelle 4 o 5 sezioni di 0,015 mm che seguono caudalmente l'apertura dell'hiatus, l'abbozzo mesodermale del polmone sinistro mostra un prolungamento diretto ventralmente e medialmente, che è la continuazione caudale del legamento polmonare ventrale.

Nella sezione caudale all'estremità craniale del Recessus pneumato entericus sinister, corrisponde al polmone destro un piccolo recesso molto simile per forma e rapporti (non per profondità) al Recessus pneumato entericus sinister; nella sezione caudale seguente questa cavità è già aperta ventralmente nella cavità peritoneale. La presenza

di questa cavità brevissima (0,019 mm) è da spiegare come l'effetto dell'adesione secondaria di un breve tratto dell'abbozzo mesodermale del polmone destro al mesenterio ventrale.

In un altro embrione di *Gongylus* con lunghezza della testa di 4,8 mm, il *Recessus pneumato entericus sinister* aveva appena una profondità di 0,03 mm, il lume era in forma di fessura allungata dorso-ventralmente tra l'abbozzo polmonare e il mesenterio ventrale.

Riassumendo ora le osservazioni fatte, siamo in grado di poter affermare che nel *Gongylus* si trova un *Recessus hepato mesenterico entericus* bene sviluppato che si forma prima dell'origine dei tubi polmonari, e dopo la comparsa dell'abbozzo del fegato, per l'unione della piega del paramesenterio di destra al seno venoso e al fegato. In esso consideriamo una parte ventrale (*recessus hepato-entericus*) e una dorsale (*recessus mesenterico entericus*), le quali corrispondono alle stesse parti descritte da Broman negli altri Rettili (*Bursa hepato-enterica* di Klaatsch). Il paramesenterio che lo chiude lateralmente progredisce in direzione cranio-caudale, quindi la parte più antica del recesso sarà la sua estremità craniale. Il recesso si apre lateralmente a destra nella cavità peritoneale attraverso una fessura longitudinale, più larga caudalmente: è l'*Hiatus recessus hepato mesenterico entericus*. Questa fessura è limitata ventralmente dal fegato, dorsalmente dalla piega del paramesenterio, cranialmente dal margine del paramesenterio riunito al fegato; il limite caudale non è esattamente delimitabile; è da riguardare, con *Broman*, nel punto ove la piega del paramesenterio non si riconosce più dal Mesenterium. Coll'approfondirsi del *Recessus hepato mesenterico entericus* cranio caudalmente, l'*Hiatus* diventa più corto per lo spostamento caudale del suo limite craniale.

Nella maggior parte dei Vertebrati presi in esame da *Broman* [2], quest'A. descrisse un *Recessus pneumato entericus dexter*, che origina come un prolungamento del *Recessus hepato mesenterico entericus*, il quale cresce in direzione craniale. Ma può anche svilupparsi, come il corrispondente del lato sinistro, dalla grande cavità del corpo, e si possono perfino avere due recessi, uno formato in quest'ultimo modo, e l'altro nel primo. *Broman* non trovò nel *Gongylus* che il *Recessus hepato mesenterico entericus* si continui cranialmente in un

Recessus pneumato entericus dexter, ed io sono in grado di confermare quest'asserzione.

L'estremità craniale del Recessus hepato mesenterico entericus subisce però, a seconda del periodo di sviluppo, degli spostamenti che dobbiamo brevemente prendere in considerazione. Se e di quanto l'estremità craniale del Recessus hepato mesenterico entericus si avvanzi in direzione craniale ho già detto diffusamente in altra parte del lavoro; solo ora aggiungerò che tale fenomeno è possibile nei primissimi stadii di sviluppo del recesso. In embrioni più avanzati nello sviluppo essa regredisce e diventa, col crescere dell'embrione, sempre più caudale. Ci possiamo render conto di questo fatto considerando i rapporti tra l'estremità del recesso e il tubi polmonari, e la distanza che aumenta progressivamente e in misura rilevante, tra il recesso e la doccia di biforcazione, come si rileva dalle precedenti descrizioni dei miei embrioni di *Gongylus*; trascrivo nella seguente tabella tale distanza:

Embrioni di <i>Gongylus</i> . Lunghezza della testa.	Distanze tra l'apice del Recessus hep. mes. enter. e la doccia di biforcaz.
1.4 mm	non esiste doccia di biforcaz
1.7 „	0.04 mm
1.7 „	0.06 „
1.94 „	0.04 „
2.1 „	0.07 „
2.3 „	0.12 „
2.4 „	0.20 „
2.54 „	0.32 „

Tale spostamento caudale si dimostra anche confrontando fra loro le estremità dei due recessi hepato mesenterico entericus e pneumato entericus di sinistra. Nei primi stadii di sviluppo infatti le estremità dei due recessi sono quasi alla stessa altezza; ma successivamente, col progredire lo sviluppo, il Recessus pneumato entericus sinister rimane sempre nella sua posizione primitiva e quindi in rapporto sempre più intimo coi tubi polmonari che si allungano rapidamente, mentre il Recessus hepato mesenterico entericus, allontanandosi caudalmente, rimane ben presto completamente al di fuori della regione polmonare.

Come avviene lo spostamento o retrocessione dell'estremità cra-

niale del Recessus hepato mesenterico entericus è un po' difficile precisare. Si può supporre che sia prodotto dalla oblitterazione del segmento craniale del recesso, o che si tratti di un notevole accrescimento in lunghezza della regione interposta tra il vertice del seno e il punto di biforcazione della trachea. Quest'ultima supposizione è da escludere per la stessa ragione sostenuta da *Hochstetter* in embrioni di *Anguis*. Dice infatti quest'Autore che se si verificasse tale accrescimento in lunghezza, si spiegherebbero difficilmente le differenze sempre più marcate, nel progresso dello sviluppo, tra la parte destra e la sinistra del corpo, cioè, per il nostro caso, tra il livello del seno peritoneale destro e quello del seno peritoneale sinistro, i quali, come sappiamo, si trovano primitivamente quasi alla stessa altezza. Poichè non è possibile che una parte, a destra del piano mediano, cresca in lunghezza più dell'altra, senza seguirne un rilevante incurvamento del tubo intestinale e del polmone destro, ciò che in realtà non avviene. Rimane quindi l'altra possibile spiegazione, cioè un probabile processo di oblitterazione. *Hochstetter* non crede che in *Anguis* si abbia un processo di oblitterazione nel senso abituale della parola, perchè in nessun embrione esaminato ha mai potuto vedere qualche cosa che parlasse per tale processo, come, per esempio, un'adesione delle pareti dei seni peritoneali che conducesse in ultimo alla loro oblitterazione. Però osservò che dal punto ove comincia la riduzione dei seni, si staccano dalle loro pareti un gran numero di cellule, le quali sembrano contribuire all'aumento del tessuto connettivo che si trova nei dintorni dell'esofago e dei seni, e così immagina che in seguito a tale diminuzione di elementi cellulari dalla cima delle pareti dei seni, questi diventino sempre più brevi.

Anche nel *Gongylus* il processo di riduzione del vertice del Recessus hepato mesenterico entericus si lascia difficilmente sorprendere. Però nell'epoca in cui comincia la sua regressione si osserva un fenomeno molto simile a quello messo in evidenza da *Hochstetter*, cioè l'allontanarsi delle cellule dalle pareti del seno. In taluni casi questo distacco è molto evidente ed avviene in modo caratteristico: si formano gruppi di 3 o 4 cellule le quali si trovano ancora unite strettamente insieme ma già quasi completamente separate dalla parete del recesso;



oppure si vedono cellule isolate che si allontanano dalla parete del seno. Per il distacco degli elementi cellulari dal vertice e dalle pareti del recesso, queste parti appaiono molto assottigliate. E' da ammettere inoltre nel *Gongylus* una riduzione per adesione delle pareti del recesso. Ciò è da dedurre dal cambiamento di forma del segmento craniale del recesso che da irregolarmente circolare, diventa, in embrioni ove è in atto la regressione, una strettissima fessura a direzione trasversale, quindi in condizioni molto opportune per l'adesione delle sue pareti, e dal fatto già constatato da me in molti casi, due dei quali ho riportato nelle mie precedenti descrizioni, che cioè a questo livello possono perfino staccarsi parti del recesso per l'adesione di un punto limitato delle pareti che sono venute a contatto.

Il *Recessus pneumato entericus sinister* ha origine da una doccia formata dalla *splanchnopleura* di sinistra, e da una piega della *splanchnopleura* che chiude la doccia lateralmente. Si apre caudalmente e lateralmente nella grande cavità del corpo; l'hiatus, nei primi stadii è dorsale al tubo polmonare sinistro, negli stadii adulti, invece, ventrale a questo. Non ha una considerevole profondità, ed è soggetto a molte variazioni di forma e di ampiezza: può anche mancare. — E' difficile dire se questo recesso si sposti con la sua estremità craniale caudalmente, come l'apice del *Recessus hepato-mesenterico-entericus*. Misurando la distanza tra il vertice di esso e il punto di biforcazione della trachea si ha un progressivo aumento di questa distanza nei vari stadii di sviluppo; ma essa può esser dovuta anche ad aumentato accrescimento in lunghezza della regione interposta. In ogni modo se anche tale spostamento avviene, esso è di poca entità e quindi non apprezzabile: infatti mentre l'apice del *Recessus hepato mesenterico entericus*, che regredisce rapidamente, perde ogni rapporto col polmone destro e col *Recessus pneumato entericus sinister*, questo invece conserva i suoi rapporti col tubo polmonare sinistro nel modo che è stato descritto. — Negli stadii più sviluppati ha forma allungata dorso-ventralmente e diventa più profondo.

Il *Recessus mesogastrii dorsalis* origina contemporaneamente alla formazione dei tubi polmonari. Il suo apice è caudale a quello del *Recessus hepato mesenterico entericus* e la distanza fra le estremità

craniali di questi due recessi aumenta progressivamente col crescere lo sviluppo dell'embrione, ma non diventa mai notevole. Anche per questo recesso è da ammettere la regressione caudale della sua estremità craniale, nello stesso modo come avviene per il Recessus hepato mesenterico entericus. La profondità di questo recesso aumenta col progredire lo sviluppo dell'embrione, ma è soggetta a variazioni: infatti in embrioni con lunghezza della testa di 1,7 mm può misurare 0,07 mm di profondità come in embrioni con lunghezza della testa di 2,4 mm.

Lo sbocco del Recessus mesogastrii dorsalis avviene ventralmente e verso destra nel Recessus hepato mesenterico entericus. Dopo la sua riunione a quest'ultimo recesso non può dirsi che il Recessus mesogastrii dorsalis abbia termine, ma, specialmente negli embrioni più avanzati nello sviluppo, esso rimane per un tratto abbastanza lungo, come un diverticolo dorsale del grande Recessus hepato mesenterico entericus.

Il Recessus mesogastrii dorsalis ha forma triangolare ed è abbastanza ampio: le sue pareti laterali sono formate dalle due lamine divaricate del mesenterio dorsale, nelle quali vengono a terminare i legamenti polmonari.

*Broman* [2] trovò costantemente negli Scincoidi un Recessus mesogastrii dorsalis bene sviluppato che si apre caudalmente nel Recessus hepato mesenterico entericus. Tale recesso trovò pure una volta in un embrione di *Tarentola mauritanica*, lungo 4,4 mm, ma nè in altri embrioni nè in esemplari adulti della stessa specie gli occorre più di vedere tale formazione. Egli ammette perciò che il Recessus mesogastrii dorsalis dell'embrione di *Tarentola* sia da considerare come un'anomalia, e che questa a sua volta significhi che il nominato recesso sia verosimilmente una formazione la quale, in alcuni *Lacertili* è audata perduta secondariamente.

La Bursa omenti majoris o Recessus pancreatico entericus, come negli altri Rettili descritti da *Broman*, è da considerare come una parte del Recessus hepato mesenterico entericus chiuso a destra dalla Plica arteriae coelicae. Questo recesso è sempre brevissimo nel *Gongylus*; si trova situato al lato destro dello stomaco e ventrale al pancreas dorsale; scompare negli stadii un poco avanzati.

*Broman* crede che questo recesso si formi perchè il Recessus hepato mesenterico entericus s'insinua attivamente tra il pancreas e lo stomaco, ma che vi contribuisca certamente in gran parte lo spostamento caudale dello stomaco.

Negli stadii di sviluppo molto avanzati si trova anche un Recessus plicae venae cavae, chiuso lateralmente dalla Plica venae cavae (riscontrata da *Broman* anche in alcuni *Lacertilia*) e medialmente dalla parete laterale del Recessus hepato mesenterico entericus. Il Recessus plicae venae cavae non è mai molto profondo; si apre cranialmente nella cavità peritoneale. La Plica venae cavae forma un legamento accessorio al Lobus venae cavae epatis (*Lobus descendens hepatis* di *Klaatsch*), e chiude secondariamente l'Hiatus recessus hepato mesenterico entericus.

Allo studio dei recessi mesenteriali e delle pieghe del paramesenterio va unito quello dei cosiddetti Legamenti polmonari, i quali seguono naturalmente tutte le complicazioni delle formazioni suddette. Questa ricerca è molto interessante per la disposizione e l'origine diversa di tali legamenti non solo nelle varie classi di Vertebrati, ma anche nelle stesse famiglie e nelle varie specie di un Ordine.

Sarebbe troppo lungo se io volessi riferire anche brevemente quanto è noto su questo argomento in tutti i Vertebrati, tanto più che dovrei accennare anche ai varii recessi da essi o dai paramesenterii o da altre pieghe limitati: mi contenterò quindi di parlare soltanto degli Autori che fecero oggetto di ricerche i Rettili.

*Ravn* [13—14], similmente a quanto aveva visto in embrioni di coniglio, trovò in esemplari di *Lacerta viridis* due recessi mesenteriali, uno per lato. Il recesso del lato sinistro era più piccolo di quello del lato destro, ed era situato tra l'intestino col suo mesenterio e il fegato da una parte, e il polmone sinistro coi legamenti polmonale e polmonale accessorium dall'altra.

In un lavoro successivo [15] descrisse in embrioni di pollo i paramesenterii coi relativi recessi: dalle sue ricerche risulta che il recesso di sinistra è meno esteso del destro in direzione cranio-caudale, che

nei due paramesenterî penetrano i bronchi primitivi e che il destro serve in ultimo per il passaggio della vena cava posteriore.

*Hochstetter* [7] potè osservare, in embrioni di pollo un recesso mesenterico sinistro e un paramesenterio di sinistra. — Il paramesenterio di destra formava nella sua parte caudale il cosiddetto „Hohlvenengekröse“, che in alcuni Rettili e Anfibi rimane per tutta la vita. — Non trovò, a differenza di *Ravn*, un recesso mesenterico sinistro in embrioni di coniglio.

*Butler* [4] chiamò i due recessi mesenteriali dei due lati del corpo, Recessus pulmo-hepatici. Il legamento polmonare ventrale egli chiama: „Ligamentum pulmo-hepaticum“; questo, insieme al polmone e al legamento polmonare dorsale, formava il paramesenterio. Nella maggior parte dei Lacertilia si ha un Ligam. pulmo-hepaticum sinistrum debolmente sviluppato, eccetto in *Amphisbana*. In *Uromastix* e pochi altri Lacertilia, manca completamente il Ligam. pulmo-hepaticum sinistrum, ed il polmone è fissato solo da un legamento dorsale. — Il Recessus pulmo-hepaticus dexter è bene sviluppato nei Lacertilia. — Nei Tejidi mancano entrambi recessi, e il polmone è qui fissato solo per un legamento dorsale.

In un lavoro pubblicato nel 1892, *Butler* [5] osservò che alcuni Scincoidi, per quanto riguarda i rapporti del polmone destro col fegato, formano uno stadio intermedio tra i Tejidi e le altre Lacerte, poichè, mentre *Aconthias meleagris* conserva le stesse disposizioni degli altri Sauri, i quali possiedono un Recessus pulmo hepaticus dexter, questo, in *Anguis fragilis*, *Chalcides mionecton*, ecc. non si estende cranialmente fino nella regione polmonare.

Le disposizioni dei legamenti polmonari nei Lacertilia e nei Tejidi, egli rappresenta nelle due figure schematiche A e B (pag. 465), nelle quali si vede che solo a destra nei Lacertilia, esiste un Legamentum pulmo-hepaticum.

*Hochstetter* [8], come dice egli stesso, conferma i fatti esposti da *Butler* intorno alla formazione del recesso del lato destro, avendo trovato tutte le forme di passaggio tra la Lacerta e i Tejidi. In *Stellio vulgaris* trovò un Legamentum hepato-cavo-pulmonale e un Legamentum pulmonale accessorium, al lato destro; un Legam. hepato-

pulmonale al lato sinistro<sup>1)</sup>. Descrive poi le disposizioni dei recessi e legamenti in *Scincus officinalis*, che ha trovato intermedie fra quelle di *Eumeces pavimentatus*, e quelle di *Gerrhonotus imbricatus*.

In *Anguis fragilis* trovò alcune disposizioni caratteristiche che illustrò e spiegò meglio in un lavoro recente [9]. Potè dimostrare infatti nelle sue ultime ricerche che il legamento polmonare destro deve la sua origine ad un processo di separazione, mediante il quale il polmone stesso si separa dagli organi vicini, e, negli stadii più avanzati presi in esame, rimane unito cranialmente al mesenterio ventrale; caudalmente, estendendosi il polmone fino alla regione del seno peritoneale destro, il suo legamento aderisce qui alla parete laterale del seno formato dal paramesenterio. — Il legamento polmonare sinistro consiste invece di due parti geneticamente diverse: una, laterale, formata primitivamente dal paramesenterio di sinistra, ed una mediale, secondaria, formatasi per separazione della parete esofagea; però le due parti non si possono limitare una dall'altra.

*Broman* [2], riguardo ai legamenti polmonari dei Vertebrati, non ritiene giusto, che i legamenti polmonari ventrali, quando esistono, siano da considerare come legamenti accessori, perciò non trova opportuno designarli col nome di Ligamenta pulmonalia accessoria *Ravn*. Essi non si fissano primitivamente al fegato, quindi non può accettare neanche il nome di Ligamentum hepato pulmonale, e di Ligam. hepato-cavo-pulmonale (*Mathes*).

*Bertelli* [1] descrisse in un embrione di *Testudo graeca* al 32<sup>o</sup> giorno dalla desposizione, un legamento polmonare dorsale e un legamento polmonare ventrale, bilaterali, costituiti dalla suddivisione dei mesolaterali, dopochè è penetrato in questi il tronco bronchiale. „I legamenti polmonari dorsali, chiaramente manifesti in embrioni molto giovani, spariscono in stadii avanzati, facendo aderire strettamente la superficie mediale dei polmoni al setto mesenterico; la parte caudale

---

<sup>1)</sup> Per intendere questa nomenclatura ricorderò che i nomi di Ligamentum-hepato-pulmonale e di Ligamentum hepato-cavo-pulmonale furono adoperati da *Mathes* (12) per indicare i paramesenterii rispettivamente del lato sinistro e del lato destro, limitanti i recessi mesenteriali in embrioni di *Salamandra*. Il nome di Ligamenta pulmonalia accessoria fu dato da *Ravn* ai legamenti polmonari ventrali.

dei legamenti è l'ultima a sparire. In *Emys lutaria* tale parte dei legamenti polmonari dorsali rimane libera anche negli individui adulti“. Sui legamenti polmonari ventrali così si esprime descrivendo un embrione di *Testudo graeca* di 41 giorni: „Cranialmente gli abbozzi polmonari hanno libera la superficie ventrale nella cavità celomatica, poi il sinistro con l'estremo esterno di questa superficie si attacca per breve tratto alla superficie superiore del fegato, finalmente la superficie ventrale si unisce allo stomaco e questo rapporto dura fino alla fine dell'abbozzo. A destra la superficie ventrale dell'abbozzo dei polmoni, cessato di esser libera, s'inserisce alla superficie superiore del fegato, al quale si mantiene unita per tutto il suo decorso“. — In embrioni di *Lacerta agilis* negli stadii più giovani si ha la presenza di legamenti polmonari dorsali e ventrali formati dalla porzione dorsale e ventrale dei mesolaterali; in stadii più adulti „i legamenti polm. ventrali e la superficie ventrale degli abbozzi polmonari si sono uniti alla superficie superiore del setto pericardico-pleuro-peritoneale“.

Io descriverò ora alcune disposizioni osservate in embrioni di *Gongylus oc*, le quali rendono abbastanza evidente l'origine e la costituzione dei legamenti polmonari in questa specie di Rettili.

In un embrione con lunghezza della testa di 2,3 mm i tubi polmonari sono, per tutta la loro lunghezza, circondati da abbondante tessuto connettivo che forma il loro abbozzo mesodermale. Questo si manifesta come una protuberanza (gobba o bozza polmonare) molto sporgente nella cavità celomatica, la quale è limitata dorsalmente da un solco poco profondo. A livello della sezione rappresentata nella fig. 26, che è 0,10 mm caudale alla doccia di biforcazione, si vede nel lato destro la bozza polmonare, e a sinistra, nella continuazione del tubo polmonare (più breve del destro) già scomparso, la piega del paramesenterio di sinistra. Caudalmente al tubo polmonare destro, l'abbozzo mesodermale del polmone, contiene solo del tessuto connettivo che circonda l'estremità polmonare libera.

In un embrione un poco più sviluppato (lunghezza della testa 2,4 mm) nel quale i tubi polmonari misuravano a destra 0,19 mm, e a sinistra 0,20 mm, il tessuto connettivo che circonda l'abbozzo entodermale dei polmoni è diventato più abbondante e sono più spor-

genti le bozze polmonari. Nella fig. schematica intere, 1<sup>o</sup> che corrisponde a una sezione 0,15 mm caudale alla doccia di biforcazione, noi vediamo queste bozze limitate dorsalmente da leggere incisure che corrispondono alla parete laterale dell'esofago. Il solco di destra è alquanto più profondo di quello di sinistra; si estendono entrambi caudalmente per tutta la lunghezza del polmone corrispondente. Ventralmente le

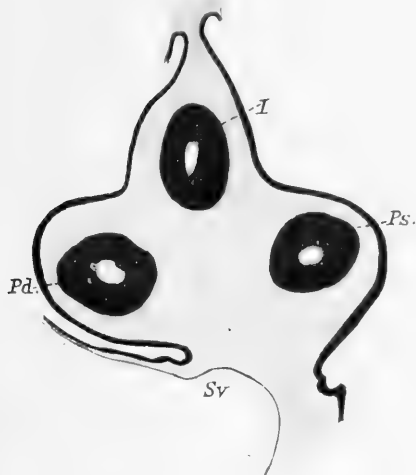


Fig. 1.

Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus ocellatus* con lunghezza della testa di 2,4 mm, a livello del segmento craniale dei tubi polmonari. Ingrand. 140. *I* = intestino. *Pd*, *Ps* = tubo polmonare destro e t. p. sinistro. *Sv* = Sinus venosus.

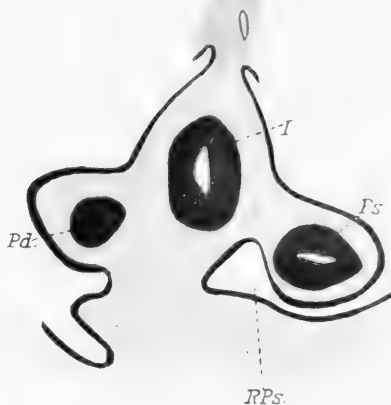


Fig. 2.

Sezione trasversa dello stesso embrione della figura 1, a livello del segmento caudale dei tubi polmonari. Ingrand. 140. *Pd*, *Ps* = tubo polmonare destro e t. p. sinistro. *RPs* = Recessus pneumato entericus sinister.

due bozze polmonari sono limitate da due vere insenature, delle quali ha una profondità maggiore quella di destra, che è però stretta come una fessura.

Una sezione condotta 0,075 mm caudalmente a quella rappresentata nella figura int. 1<sup>o</sup>, e che ho disegnato nella figure inter. 2, mostra ancora le due incisure dorsali, che hanno subito poche modificazioni. Differenze notevoli si osservano invece nelle doccie ventrali. Confrontando le due figure intercate 1 e 2 si osserva che mentre a destra l'incisura è diventata molto superficiale, a sinistra la cavità celomatica

penetra ventralmente al tubo polmonare di questo lato, per uno spazio a forma di fessura che si espande medialmente in un'ampia cavità di forma triangolare. L'esame della sezioni interposte tra la fig. inter 1 e 2 ci dimostra che questa cavità non è altro che il Recessus pneumato entericus sinister, il quale ha una profondità di 0,06 mm, e che si apre nella cavità peritoneale ventralmente al polmone sinistro a livello della sezione riprodotta nella figura inter. 2. Per la presenza di questo recesso, che limita ventralmente un breve tratto dell'abbozzo mesodermale del polmone sinistro, questo è unito alla parete laterale dell'esofago per un breve mesenterio (ligamentum pulmonale dorsale), il quale si continua oltre l'estremità caudale del polmone sotto forma di piega che va diminuendo caudalmente a poco a poco, e scompare in ultimo a livello del segmento craniale del Recessus mesogastrii dorsalis. A destra non esiste un recesso simile a quello di sinistra, e poichè la doccia ventrale (a livello della figura inter. 2) è poco profonda, la base della bozza polmonare destra è molto larga. La bozza polmonare destra si prolunga, come a sinistra, sotto forma di piega, caudalmente al tubo polmonare (figura inter. 3), molto più della corrispondente del lato opposto, e nel suo segmento terminale trovasi situata contro la parete laterale del Recessus hepato-mesenterico entericus.

Ora passo alla descrizione di un embrione con lunghezza della testa di 2,74 mm, nel quale il processo di separazione di entrambi abbozzi mesodermali dei polmoni è più progredito. — La figura inter. 4 riproduce una sezione trasversa a livello del segmento più craniale dei tubi polmonari. In essa vediamo che si sono approfondite le doccie dorsali che separano i due polmoni dall'esofago. Le doccie ventrali si avvicinano alla linea mediana e limitano un breve mesenterio ventrale. — La figura inter. 5 rappresenta una sezione dello stesso embrione 0,075 mm caudale alla precedente, e a 0,12 mm dalla doccia di biforcazione. Qui le doccie dorsali non presentano differenze notevoli; ventralmente, la doccia del lato destro si è prolungata in forma di stretta fessura verso la superficie dorsale e medialmente al polmone destro, di guisa che il tubo polmonare risulta unito all'esofago solo per uno stretto mesenterio. La penetrazione di questa doccia ventrale al lato mediale del polmone avviene in modo rapidissimo, non mi è



infatti avvenuto di poter seguire questo processo negli stadii intermedi che io possiedo tra questo embrione e quello precedentemente descritto. Il fondo di questa doccia, un po' più largo della porzione rimanente, nella sezione trasversa, è chiuso da ogni lato nella sua estremità craniale per una sola sezione di 0.015 mm. Questa breve cavità chiusa è verosimilmente determinata dal prolungarsi cranialmente del fondo della doccia.

Nel lato sinistro il solco che limita

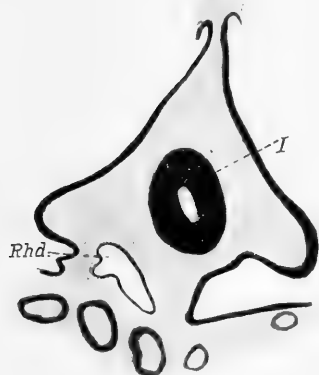


Fig. 3.

Sezione trasversa dello stesso embrione della figure 1 e 2, a livello del prolungamento caudale delle bozze polmonari. Ingrand 140. *I* = intestino. *Rhd* = Recessus hepato-mesentericus entericus.

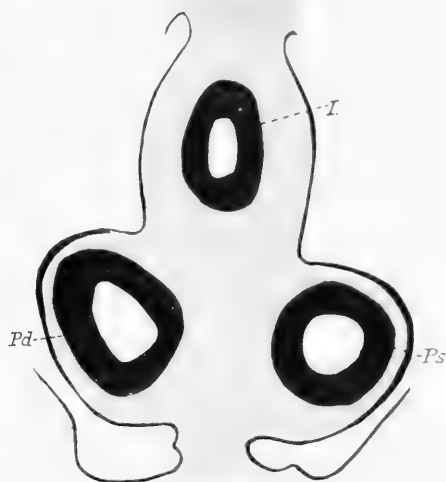


Fig. 4.

Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus ocellatus* con lunghezza della testa di 2.74 mm, a livello del segmento craniale dei tubi polmonari. Ingrand. 140. *I* = intestino. *Pd*, *Ps* = tubo polmonare destro e t. p. sinistro.

ventralmente la bozza polmonare non ha subito notevoli variazioni da quello che osservammo nella sezione precedente. Ma per la presenza di una cavità chiusa da ogni lato nella sezione trasversa, situata medialmente al tubo polmonare e diretta dorso-ventralmente (Recessus pneumato-entericus sinister), la bozza polmonare risulta unita dorsalmente all'abbozzo mesodermale dell'esofago e ventralmente al mesenterio ventrale, da due brevi tratti di mesenterio, i quali costituiscono rispettivamente un legamento polmonare dorsale e un legamento pol-

monare ventrale. Più caudalmente il Ligamentum pulmonale ventrale perde ogni contatto col mesenterio ventrale, ma prima di sparire del tutto, nelle sezioni che vengono subito dopo il suo distacco, esso si continua per un certo tratto (0,03 mm) con un prolungamento in forma di protuberanza mammellonata dell'abbozzo mesodermale del polmone sinistro. Scomparsa ogni sua traccia caudalmente, l'abbozzo mesodermale del polmone sinistro e i solchi che lo delimitano sono simili a quelli del lato destro.

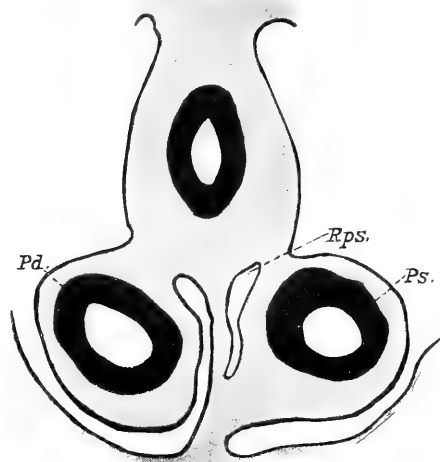


Fig. 5.

Sezione trasversale dello stesso embrione della figura precedente, a livello del Recessus pneumato entericus sinister.

Ingrand. 140.

*I* = intestino. *Pd*, *Ps* = tubo polmonare destro e t. p. sinistro. *Rps* = Recessus pneumato entericus sinister.

Più caudalmente ancora, a livello del segmento caudale dei tubi polmonari, avvengono altre modificazioni: il solco ventrale di sinistra nella sua porzione mediale e profonda assume una forma triangolare, la quale limita l'abbozzo mesodermale dell'esofago ventralmente e a sinistra, e medialmente corrisponde al brevissimo mesenterio ventrale; quest'ultimo, a sua volta, nel lato destro, non è più limitato dal solco che limita l'abbozzo mesodermale del polmone di questo lato, ma dall'estremità craniale del Recessus hepato enterico, che si manifesta appunto a questo livello.

Queste disposizioni sono evidenti nella figura interc. 6 che riproduce una sezione 0,34 mm caudale alla figure interc. 5. — Procedendo caudalmente, dopo poche sezioni, i due tubi polmonari terminano, e nella loro continuazione si trovano le due bozze polmonari, dove è contenuta una massa abbondante di tessuto connettivo, per cui, come *Hochstetter* constatò in embrioni di *Anguis*, il cosiddetto mesodermale abbozzo dei polmoni, si continua caudalmente oltre gli stessi tubi polmonari. Nella figura interc. 7, che rappresenta una sezione

0,09 mm caudale alla Fig. interc. 6, si vedono appunto le formazioni di cui ho parlato, che funzionano come legamenti polmonari. Si nota nella stessa figura che i due legamenti sono situati nello stesso piano trasversale corrispondente alle pareti laterali dell'esofago, che il solco limitante dorsalmente il legamento polmonare di sinistra è scomparso mentre è sempre evidente quello di destra, e che il solco ventrale di questo lato è limitato medialmente dalla parete laterale del Recessus hepato mesenterico entericus. Dorsalmente all'esofago si trova il Recessus mesogastrii dorsalis, di forma triangolare, sezionato a livello del suo segmento craniale.

I legamenti polmonari diminuiscono gradatamente verso l'estremità caudale; il primo ad esaurirsi è quello di sinistra che cessa dopo 0,18 mm dal suo inizio; si prolunga di più quello di destra di 0,06 mm. A livello del loro segmento terminale, come si osserva nella sezione riprodotta nella figura interc. 8, il legamento polmonare sinistro appartiene alla parete sinistra

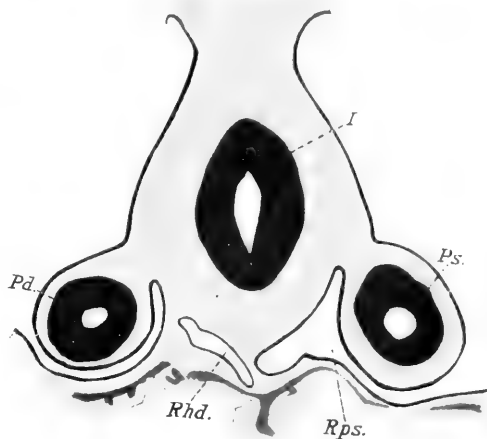


Fig. 6.

Sezione trasversale dello stesso embrione della figura precedente, a livello dell'estremità caudale dei tubi polmonari. Ingrand. 140.

*Pd, Ps* = tubo polmonare destro e t. p. sinistro.

*Rhd* = Recessus hepato mesenterico entericus.

*Rps* = Recessus pneumato entericus sinister aperto nella cavità peritoneale.

del Recessus mesogastrii dorsalis, ed è rappresentato da un piccolo angolo sporgente di questa parete, limitato da un solco ventrale; il legamento polmonare destro è invece tuttora bene evidente ed è costituito da un tubercolo aderente alla parete del Recessus hepato mesenterico entericus. o, e si vuole, a quella porzione di parete che indica il punto di passaggio del Recessus mesogastrii dorsalis nel Recessus hepato mesenterico entericus per formare un unico grande recesso. — Si può seguire il Ligamentum pulmonale

dexter, molto ridotto, fino nel Recessus plicae venae cavae, ed è a questo livello che si esaurisce.

Disposizioni poco dissimili da quelle descritte nell'ultimo embrione, ho trovato in un altro molto più avanzato nello sviluppo (lunghezza della testa 4,8 mm). In questo i sacchi polmonati sono molto dilatati, e il tessuto connettivo che li circonda è ridotto ad uno straterello sottilissimo. I legamenti polmonari dorsali sono diventati molto sottili per l'approfondirsi dei solchi ventrali, e, forse, a destra, anche del

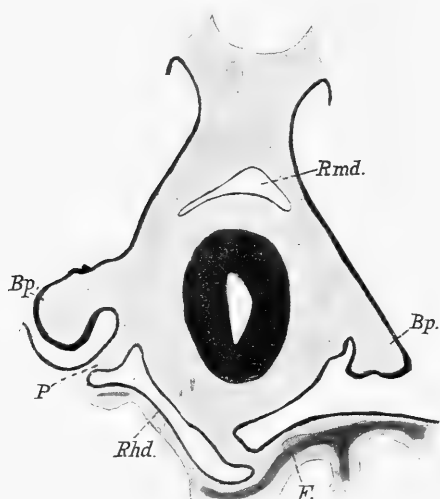


Fig. 7.

Sezione trasversa dello stesso embrione della figura precedente, a livello del prolungamento caudale delle bozze polmonari.

Ingrand. 140.

*Rmd* = Recessus mesogastrii dorsalis. *Bp*, *Bp* = prolungamento delle bozze polmonari. *F* = fegato. *P* = paramesenterio di destra. *Rhd* = Recessus hepato mesenterico entericus.

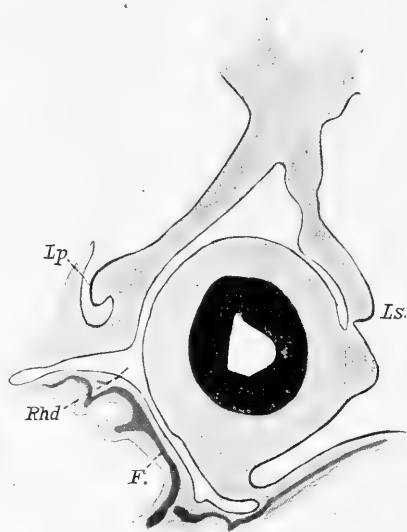


Fig. 8.

Sezione trasversa caudale alla precedente, a livello dell'estremità caudale dei legamenti polmonari. Ingrand. 140.

*Lp* = legamento polmonare destro. *Ls* = terminazione del legamento polmonare sinistro. *F* = fegato. *Rhd* = Recessus hepato mesenterico entericus.

solco dorsale. — Per una gran parte della loro lunghezza i sacchi polmonari sono, ventralmente, in intima connessione col fegato. Le altre particolarità sono uguali a quelle che si osservano nello stadio precedente.

Presa in tal modo conoscenza delle disposizioni dei Recessi e dei legamenti polmonari in questi ultimi stadii, veniamo alla interpreta-

zione dei fatti osservati. Poichè si prolungano caudalmente i sacchi polmonari, il polmone destro penetra nella corrispondente bozza polmonare, la quale si allunga caudalmente col crescere del polmone. Questa bozza, in stadii ancora giovani (fig. interc. 1, 2) è limitata da due solchi — dorsale e ventrale — e si confonde medialmente, per mezzo di una larga base, col tessuto connettivo che circonda l'esofago. In stadii più avanzati il solco ventrale (eccetto a livello del segmento craniale del tubo polmonare), si spinge medialmente e dorsalmente, dimodochè il polmone è unito per mezzo di un mesenterio alla parete laterale dell'esofago. Questo mesenterio è il legamento polmonare dorsale destro. Il polmone sinistro, al contrario, penetra nella sporgenza del paramesenterio sinistro, il quale, col suo segmento ventrale unito al mesenterio ventrale forma il legamento polmonare ventrale, mentre la sua parte dorsale dà origine al legamento polmonare dorsale. Il Ligamentum pulmonale ventrale è piuttosto breve; misura una lunghezza uguale a quella del Recessus pneumatentericus sinister; caudalmente a questo, cessato il legamento polmonare ventrale sinistro, i due abbozzi polmonari hanno una disposizione quasi identica, sono forniti cioè solo di un legamento dorsale. Questo legamento è abbastanza simmetrico nei due lati: nel suo segmento craniale è aderente alla zona ventro-laterale dell'esofago; caudalmente si sposta gradatamente e aderisce alla superficie laterale dell'esofago; nella sua porzione terminale, scomparsi i tubi polmonari, aderisce alla parete laterale del Recessus mesogastrii dorsalis. Generalmente infine il Ligamentum pulmonale dorsale sinistrum è più breve di quello di destra che giunge, con la sua estremità terminale, nel Recessus plicae venae cavae.

Le osservazioni fatte sono sufficienti a dimostrare che i legamenti polmonari del *Gongylus ocellatus* non sono simmetrici (almeno in tutta la loro estensione), poichè si trova, sia pure per un breve tratto, un legamento polmonare ventrale sinistro di cui non si ha traccia nel lato destro; dimostrano inoltre che il legamento di un lato ha un significato morfologico ben diverso da quello del lato opposto. Abbiamo visto infatti che il legamento del lato destro trae la sua origine dalla separazione dell'abbozzo mesodermale del polmone di questo lato dall'esofago per mezzo di un'insenatura profonda della cavità celo-

matica, mentre i legamenti del polmone sinistro rappresentano due segmenti, ventrale e dorsale, del paramesenterio di sinistra.

*Broman* [2] afferma che i legamenti polmonari di *Gongylus* oc. sono, come negli *Anguidae*, simmetrici e semplici. Ma questo confronto non è completamente esatto poichè è dimostrabile anche in esemplari adulti di *Gongylus* un legamento polmonare ventrale inserito al mesenterio ventrale, che negli *Anguidae* non esiste. A conferma di ciò, nelle figure 30, 31, 32 ho rappresentato le sezioni di tre segmenti polmonari di un embrione sviluppatissimo, ove i legamenti polmonari hanno già le disposizioni definitive. Nella figura 30 i legamenti polmonari dorsali si staccano del margine ventro-laterale dell'esofago; esiste anche a sinistra un legamento polmonare ventrale lungo 0,22 mm, inserito al mesenterio ventrale. Nella figura 31 che rappresenta una sezione più caudale, il polmone destro ha dimensioni molto inferiori a quelle del polmone sinistro, che è anche più lungo del primo; il legamento polmonare di destra s'inserisce dorsalmente all'esofago e si continua direttamente nel mesenterio dorsale; quello dorsale di sinistra è ancora unito alla parete laterale dell'esofago, ed è scomparso il legamento polmonare ventrale di questo lato. — Nella figura 32 sono scomparsi entrambi i polmoni e troviamo i legamenti polmonari dei due lati inseriti a diverso livello alle pareti del *Recessus mesogastrii dorsalis*.

*Broman* trovò in realtà una sola volta, nel suo embrione di *Anguis* VII, a destra un semplice legamento polmonare dorsale, e a sinistra un legamento polmonare ventrale, ma non accenna alla inserzione di detto legamento, se esso cioè si fissa al fegato, oppure, come in *Gongylus*, al *Mesenterium* ventrale. La presenza di questo legamento polmonare ventrale dell'embrione VII di *Anguis* (*Broman*), attribuisce *Hochstetter* a variabilità del *Recessus pneumato entericus sinister* che si apriva ventralmente, all'opposto di quanto avveniva nei precedenti embrioni, quindi questo legamento ventrale non può considerarsi costante, come nel *Gongylus*. Altre differenze da rilevare tra i legamenti polmonari di *Anguis* (tra gli *Anguidae* è la specie di cui *Broman* esaminò il maggior numero di esemplari) e quelli di *Gongylus* sono dati dai rapporti della porzione caudale di tali legamenti con le pareti

del Recessus mesogastrii dorsalis che esiste in *Gongylus* e manca in *Anguis*, ma specialmente, infine, dal significato morfologico da attribuire al residuo terminale del legamento polmonare sinistro, così chiaramente illustrato da *Hochstetter* (e di cui mi sono già occupato), significato che non può riferirsi alle disposizioni tipiche e costanti riscontrate nel *Gongylus ocellatus*.

## Bibliografia.

---

1. Bertelli, D., Ricerche di Embriologia e di Anatomia comparata sul diaframma e sull'apparecchio respiratorio dei Vertebrati. Archivio ital. di Anat. e di Embr. Vol. IV, fasc. III e IV. 1905.
  2. Broman, J., Die Entwicklungsgeschichte der Bursa omentalis und ähnlicher Rezessbildungen bei den Wirbeltieren. Wiesbaden. 1904.
  3. —, Über die Entwicklung und Bedeutung der Mesenterien und der Körperhöhlen bei den Wirbeltieren. Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsg. Bd. XV. 1906.
  4. Butler, On the Subdivision of the Body-cavity in Lizards, Crocodiles, and Birds. Proceeding of the Zool. Society of London. 1889.
  5. —, On the Subdivision of the Body-cavity in Snakes. Proceeding of the Zool. Soc. London. 1892.
  6. Giannelli, L., Sullo sviluppo della cavità epato-enterica negli Anfibi. Archivio di Anatomia e di Embriologia. Vol. III, fasc. I. 1904.
  7. Hochstetter, J., Über das Gekröse der hinteren Hohlvene. Anatom. Anzeiger. Jahrg. III. 1888.
  8. —, Über partielle und totale Scheidewandbildung zwischen Pleurahöhle und Peritonealhöhle bei einigen Sauriern. Morphol. Jahrb. Bd. 27. 1899.
  9. —, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Europäischen Sumpfschildkröte (*Emys lutaria* Marsili). Denkschr. d. Mathemat.-Naturwissensch. Klasse d. kais. Ak. d. Wissenschaften. Wien. 1908.
  10. Klaatsch, Zur Morphologie der Mesenterialbildungen am Darmkanal der Wirbeltiere. Morphol. Jahrb. Bd. 18. 1902.
  11. Mannu, A., Contributo alla conoscenza dei primi stadii di sviluppo del polmone nei Rettili (*Gongylus ocellatus*). Archivio ital. di Anat. e di Embriol. vol. IX. fasc. 2. 1910.
  12. Mathes, Zur Morphologie der Mesenterialbildungen bei Amphibien. Morphol. Jahrb. Bd. 23. 1895.
  13. Ravn, Untersuchungen über die Entwicklung des Diaphragmas und der benachbarten Organe bei den Wirbeltieren. Archiv f. Anatomie und Phys., Anat. Abt. Leipzig. 1889.
  14. —, Über die Bildung der Scheidewand zwischen Brust- und Bauchhöhle in Säugetierembryonen. Archiv f. Anat. und Phys., Anat. Abt. Leipzig. 1889.
  15. —, Die Bildung des Septum transversum beim Hühnchen. Archiv f. Anat. und Phys., Anat. Abt. Leipzig. 1896.
  16. Stoss, A., Untersuchungen über die Entwicklung der Verdauungsorgane, vorgenommen an Schafembryonen. Diss. Leipzig. 1892.
-



## Spiegazione delle tavole.

Le figure che servirono per le ricostruzioni in cera furono eseguite nell'Istituto anatomico di Innsbruck con l'apparecchio da disegno Greil, costruito da Zeiss; quelle che rappresentano sezioni furono eseguite in parte con lo stesso apparecchio, in parte con quello di Edinger, nell'Istituto anatomico di Parma.

### Abbreviazioni.

<i>A</i> = Aorta	<i>Rmd</i> = Recessus mesogastrii dorsalis
<i>Ppd</i> = Piega del paramesenterio di destra	<i>Rps</i> = Recessus pneumato entericus sinister
<i>I</i> = Intestino	<i>Rhd</i> = Recessus hepato mesenterico entericus
<i>DI</i> = Doccia intestinale	<i>Td</i> = Tubo polmonare destro
<i>Sed</i> = Sulcus hepato entericus dexter	<i>Ts</i> = Tubo polmonare sinistro
<i>Sv</i> = Sinus venosus	<i>AP</i> = Abbozzo polmonare
<i>AF</i> = Abbozzo del fegato	<i>T</i> = Trachea
<i>Es</i> = Esofago	<i>SL</i> = Seno linfatico
<i>E</i> = Propaggine epiteliale	<i>P</i> = Polmone
<i>Rhe</i> = Recessus hepato entericus	<i>MD</i> = Mesenterium dorsale
<i>Pps</i> = Piega del paramesenterio di sinistra	<i>LF</i> = Ligamentum falciformis
<i>Pd</i> = Abbozzo del pancreas dorsale	<i>LPd</i> = Ligamentum pulmonale dextrum
<i>Lh</i> = Lobuli epatici	<i>LPS</i> = Ligamentum pulmonale sinisterum
<i>Sme</i> = Sulcus mesenterico entericus	<i>Pa</i> = Paramesenterio
<i>Crm</i> = Parete craniale del Recessus mesogastrii dorsalis	<i>F</i> = Fegato
<i>Chm</i> = Parete craniale del Recessus hepato mesenterico entericus	<i>Hm</i> = Hiatus Recessus mesenterico entericus.

### Tav. I—III.

- Fig. 1. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus ocellatus* con lunghezza della testa di 1,08 mm, a livello della piega del paramesenterio di destra, ove essa è più sviluppata. Ingrand. 200.
- Fig. 2. Sezione trasversa dello stesso embrione della figura precedente, in corrispondenza dell'estremità caudale della piega del paramesenterio di destra. Ingrand. 200.
- Fig. 3. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus oc.* con lunghezza della testa di 1,1 mm, nel quale è bene sviluppata la piega del paramesenterio di destra. *Sed* = Sulcus hepato entericus. Ingrand. 200.

- Fig. 4. Sezione trasversa dello stesso embrione della figura precedente a livello del segmento caudale della piega del paramesenterio di destra. Ingrand. 200.
- Fig. 5. Sezione trasversa dello stesso embrione della figura precedente, e più caudale di questa, a livello dell'abbozzo del pancreas dorsale. Ingrand. 200.
- Fig. 6. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus ocellatus* con lunghezza della testa di 0,9 mm, a livello dell'abbozzo del pancreas dorsale. Ingrand. 200 volte.
- Fig. 7. Sezione trasversa dello stesso embrione della figura precedente, craniale a questo, nel punto ove la piega del paramesenterio di destra è più sviluppata. Ingrand. 200.
- Fig. 8. Sezione trasversa dello stesso embrione della figura precedente e craniale a questa. Mostra la particolare struttura della splanchnopleura di destra, ove sta per manifestarsi la piega del paramesenterio. Ingrand. 250.
- Fig. 9. Sezione trasversa dello stesso embrione della figura precedente e caudale a questa. Ingrand. 200.
- Fig. 10. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus ocellatus* con lunghezza della testa di 1,08 mm. La splanchnopleura di destra comincia ad elevarsi per formare la piega del paramesenterio di questo lato, ma non appare ancora alcuna insenatura ventrale ad essa. Ingrand. 200.
- Fig. 11. Sezione trasversa dello stesso embrione, 0,10 mm caudale alla precedente. Si ha il primo accenno del solco che limita ventralmente la piega del paramesenterio di destra. Ingrand. 200.
- Fig. 12. Sezione trasversa dello stesso embrione, 0,10 mm caudale alla precedente. Ingrand. 200.
- Fig. 13. Sezione trasversa di un embrione con lunghezza della testa di 1,08 mm a livello dell'estremità craniale del *Sulcus hepato entericus*. Ingrand. 200.
- Fig. 14. Sezione trasversa di un embrione con lunghezza della testa di 0,09 mm, cranialmente al *Sulcus hepato entericus dexter*, il quale si continua nella massa epiteliale *E*. Ingrand. 200.
- Fig. 15. Sezione trasversa dello stesso embrione della figura precedente, a livello dell'estremità craniale del *Sulcus hepato entericus*. Ingrand. 200.
- Fig. 16. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus ocell.* con lunghezza della testa di 1 mm, a livello dell'estremità craniale del *Recessus hepato entericus*. Ingrand. 200.
- Fig. 17. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus oc.* con lunghezza della testa di 1,2 mm a livello dell'abbozzo del fegato. Ingrand. 200 volte.
- Fig. 18. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus ocell.* con lunghezza della testa di 1,2 mm, a livello dell'abbozzo del pancreas dorsale e del fegato. Ingrand. 200.
- Fig. 19. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus ocellatus* con lunghezza della testa di 1,2 mm, cranialmente all'abbozzo del fegato. Ingrand. 200.
- Fig. 20. Sezione trasversa dello stesso embrione della figura precedente a livello dell'abbozzo del fegato. Ingrand. 200.
- Fig. 21. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus oc.* con lunghezza della testa di 1,3 mm, a livello dell'abbozzo del *Recessus mesogastrii dorsalis*. Ingrand. 200.

- Fig. 22. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus* oc. con lunghezza della testa di 1,2 mm, a livello delle pareti craniali del Recessus hepato mesentericus entericus e del Recessus mesogastrii dorsalis. Ingrand. 200.
- Fig. 23. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus* oc. con lunghezza della testa di 1,7 mm, a livello del paramesenterio di sinistra. Ingrand. 140.
- Fig. 24. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus* oc. con lunghezza della testa di 1,3 mm. L'ispessimento epiteliale *A* continua la doccia che si trova più caudalmente ed è nello stesso tempo precursore di essa; *B* è l'ispessimento della splancopleura che formerà il labbro dorsale della piega del paramesenterio di sinistra. Ingrand. 200 volte.
- Fig. 25. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus* ocellatus con lunghezza della testa di 2,1 mm, a livello del limite craniale dell'Hiatus recessus pneumato enterici sinistri. Ingrand. 140.
- Fig. 26. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus* ocellatus con lunghezza della testa di 2,3 mm. Il Recessus pneumato entericus sinister comunica con la cavità celomatica; il suo hiatus è caudale al tubo polmonare sinistro. Ingrand. 140.
- Fig. 27. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus* oc. con lunghezza della testa di 2,1 mm, a livello dell'estremità caudale dei tubi polmonari. Ingrand. 140.
- Fig. 28. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus* oc. con lunghezza della testa di 2,74 mm a livello del Recessus pneumato entericus sinister. Ingrand. 140.
- Fig. 29. Sezione trasversa dello stesso embrione della figura precedente, a livello del segmento craniale dei tubi polmonari. Ingrand. 140. — Questa e la fig. 28 corrispondono alle sezioni riprodotte nelle figure schematiche intercalate nel testo 7 e 8.
- Fig. 30. Sezione trasversa di un embrione di *Gongylus* oc. con lunghezza della testa di 6 (?) mm, a livello del segmento medio dei polmoni e del Ligamentum pulmonale ventrale sinistrum. Ingrand. 40.
- Fig. 31. Sezione trasversa dello stesso embrione, e caudale alla precedente. È scomparso il legamento polmonare ventrale. Ingrand. 40.
- Fig. 32. Sezione trasversa dello stesso embrione, caudalmente all'estremità caudale dei polmoni. Ingrand. 40 volte.
- Fig. 33. Superficie ventrale degli abbozzi polmonari e della piega del paramesenterio di destra di un embrione di *Gongylus* ocellatus (lungh. della testa 1,4 mm), secondo un modello in cera. Ingrand. 55.
- Fig. 34. Superficie ventrale degli abbozzi polmonari e dei Recessi del mesenterio di un embrione di *Gongylus* oc. (lungh. della testa 2,1 mm), secondo un modello in cera in cui è riprodotto il contorno della parete epiteliale dei recessi. Ingrand. 55.
- Fig. 35. Superficie ventrale degli abbozzi polmonari e dei Recessi del mesenterio di un embrione di *Gongylus* oc. (lungh. della testa 2,3 mm) secondo un modello in cera. Dei recessi è riprodotta la cavità. Ingrand. 50.
- Fig. 36. Superficie laterale destra degli abbozzi polmonari e dei Recessi del mesenterio di un embrione di *Gongylus* oc. (lungh. della testa 2,4 mm). Riproduzione plastica. Ingrand. 33.

## **Contributi alla Fisiologia del sistema nervoso centrale e del movimento negli animali inferiori. (IV.)**

**Cephalopoda A. Decapoda: *Sepia officinalis* Linn.**

***Loligo vulgaris* Lam.**

**B. Octopoda: *Octopus vulgaris* Lam.**

***Eledone moschata* Lam.**

Per

**O s v. P o l i m a n t i.**

(Dalla sezione fisiologica della stazione zoologica di Napoli.)

(Con 2 Tav. [IV/V] e 49 Figure nel testo.)

Non molto numerose sono le ricerche eseguite da varî autori sopra la fisiologia del movimento e del sistema nervoso centrale dei cefalopodi, e quelle poche eseguite sono molto discordi fra di loro. Paul Bert, che fu uno dei primi fisiologi ad occuparsi di fisiologia comparata, scrisse anche una memoria, molto precisa per i suoi tempi, sopra la fisiologia della seppia e si occupò in varî paragrafi di questo suo lavoro anche della fisiologia del movimento e del sistema nervoso centrale di questo animale: riassumo molto brevemente i risultati che sono stati ottenuti da questo geniale ricercatore.

Facendo l'asportazione della massa gangliare sopraesofagea, non vide alcun fenomeno nuovo degno di nota nella seppia così operata.

„p. 128: Il nage avec la même facilité, meut également bien ses bras, respire comme auparavant, et est également sensible dans toutes les parties de son corps. Si on le pince en quelque endroit, il se contourne, s'efforce de fuir, et, comme par le passé, essaie à l'aide de ses bras, d'enlever l'objet qui le blesse. Mais, abandonné à lui-même, il reste immobile, comme inerte, sans nulle détermination volontaire. En un mot, la masse susoesophagienne parait jouir des mêmes pro-

priétés et remplir exactement le même rôle que les hémisphères cérébraux des animaux vertébrés."

Per quanto riguarda i gangli ottici, Bert sostiene che „paraissent également insensibles“.

Riguardo alla massa gangliare sottoesofagea, che ritiene costituita di due soli gangli, uno posteriore da dove nascono i nervi del mantello e l'altro anteriore da dove traggono origine i nervi delle braccia „pag. 129: les deux parties sont également excitables et donnent également lieu à des actions d'ordre réflexe“. È nella regione sottoesofagea „pag. 129: que se passent les phénomènes de régularisation et d'adaptation des mouvements locomoteurs à des usages spéciaux“. come appunto vide togliendo la massa gangliare sottoesofagea. Ritiene che nella regione sottoesofagea esista un centro coordinatore dei vari movimenti e più precisamente „pag. 129: qu'une semblable localisation existe vers la région moyenne du ganglion, au lieu de réunion des deux parties dans lesquelles les anatomistes l'ont divisé“.

Il ganglio a zampa d'oca presiederebbe ai movimenti delle braccia: separandolo completamente da tutti gli altri gangli e poi stimolando ad esempio un braccio, per via riflessa, si muovono anche tutti gli altri. I rigonfiamenti gangliari che si trovano scaglionati lungo il cerchio anastomotico dei dieci nervi delle braccia sono sede di azioni riflesse, difatti, distruggendo il ganglio brachiale e stimolando poi un braccio, si muovono subito i due vicini.

La parte posteriore della massa gangliare sottoesofagea presiede ai movimenti respiratori (mantello, branchie, imbuto, valvole laterali del mantello ecc.). Bert soggiunge, che non ha ancora potuto dimostrare, se questa massa gangliare corrisponde al centro respiratorio dei vertebrati superiori. Inoltre sarebbe il centro di movimento delle ali marginali, e forse di quello del cuore arterioso e venoso.

Bert in un altro capitolo della sua monografia analizzò anche il movimento dei cefalopodi. — Mette innanzi tutto in rilievo un fatto anatomico, che esiste nella seppia „pag. 126: Je dirai d'abord un mot de la manière dont la fermeture du sac est assurée. Il existe, comme on sait, sur la partie antérieure du sac deux saillies cartilagineuses, et deux excavations correspondantes sur les piliers de l'éton-“

noir. C'est la pression atmosphérique qui maintient ces saillies dans ces excavations. On ne parvient, en effet, à les séparer qu'en exécutant une traction énergique; mais si on introduit l'air dans la cavité par une très fine piqure d'aiguille, immédiatement la saillie se détache. — Le même résultat peut être obtenu en galvanisant une bande musculaire transversale qui réunit les deux saillies du manteau. Cette bande a pour action de les abaisser en les tirant latéralement. Je n'ai jamais vu, dans l'état de santé, les seiches ouvrir ainsi leur manteau". —

La locomozione si eseguisce esclusivamente per mezzo dell'acqua che esce dall'imbuto (sia nella Sepia come in Loligo) „pag. 127: la membrane latérale (seiches) ou terminale (calmars) ne joue que le rôle de régulateur, de directeur des mouvements". Questi animali si muovono sempre in senso inverso di quello, da dove esce l'acqua dall'imbuto. Le seppie aggrediscono la preda procedendo in avanti, ma fuggono sempre retrocedendo, perchè la rapidità in questo caso è maggiore. Le ventose, sia nella Sepia come in Loligo, servono per tener ferma la preda e non come mezzo di movimento, come avviene negli Ottopodi. Solo quando si trovino fuori dell'acqua, allora fanno uso di queste ventose.

L. Fredericq eseguì delle ricerche sul sistema nervoso centrale dell'*Octopus vulgaris*. Egli così riassume i suoi risultati: „En ce qui concerne le système nerveux central, l'anneau oesophagien, je rappellerai que les masses sous-oesophagiennes contiennent les centres des mouvements respiratoires, et ceux des mouvements des muscles des chromatophores, enfin des centres réflexes pour les mouvements des différents muscles du corps, tandis que les masses susoesophagiennes sont le siège des processus psychiques et doivent être comparées aux hémisphères cérébraux des Vertébrés. Le poulpe, privé de son ganglion sus-oesophagien se comporte à peu près comme un Pigeon à qui l'on a extirpé les hémisphères cérébraux. Il n'est nullement paralysé: la respiration, la circulation et la plupart des fonctions continuent à s'exercer normalement. Il réagit encore aux impressions du dehors, mais ses mouvements sont tous ou bien automatiques ou réflexes. C'est devenu un être complètement passif, incapable de mouvements spon-

tanés ou volontaires, restant immobile tant qu'une impression venue du dehors ne vient l'arracher à sa torpeur."

Fredericq soggiunge però, che P. Bert „a signalé le même fait chez la Seiche“, difatti abbiamo visto ciò di sopra, parlando dei risultati ottenuti da questo ricercatore.

In ordine cronologico vengono ora i lavori di Steiner, il quale per operare Sepia ed Octopus unisce ad acqua di mare una certa quantità di cloralio idrato. Taglia ed asporta per mezzo d'un coltello il „Dorsalganglion“, che sta sopra l'esofago, sia a Sepia che ad Octopus. Chiude la ferita e poi rimette gli animali nel bacino. Però la Sepia, secondo questo autore sopravvive solo  $\frac{1}{2}$ -1 ora alla operazione, mentre l'Octopus vive molto più a lungo (Steiner però l'osservò per soli 8 giorni).

L'Octopus senza „Dorsalganglion“ S. 65: è capace „sowohl weiter kriecht als in gewaltigem Stoße rückwärts durch das Bassin schießt. Seine Bewegungssphäre ist also unversehrt, wie bei Sepia und Pterotrachaea“. Dunque senza anche „Dorsalganglion“ la locomozione è normale. Senza anche questo ganglio l'animale „S. 65: sieht und diese Gesichtseindrücke zweckmäßig verwertet“. Mettendo una bacchetta vicino all'occhio, lo richiude anche quando la bacchetta si porta sulla lastra di vetro, ma ciò dipende, come vide bene Steiner nella rana (Froschhirn S. 66), da un riflesso retinico. — Mentre però normalmente un Octopus si ciba di crostacei. S. 66: „Nach Entfernung des Dorsalganglions nimmt der Octopus spontan keine Nahrung mehr; er rührt selbst seine Lieblingsbeute (Krebse) nicht mehr an, auch wenn sie innerhalb der Saugnäpfe rettungslos seiner Macht anheimgegeben ist“. Non si muove mai e non abbandona assolutamente il posto, nel quale si è messo, quantunque veda bene l'ambiente, che lo circonda, come si vede dall'esperimento colla bacchetta. Inoltre vide che, messo ad un Octopus normale un vaso di terra nel bacino, questo animale tentava di penetrare dentro, mentre un Octopus senza ganglio dorsale non prendeva interesse alcuno a quest'oggetto estraneo messo nel bacino.

Steiner si vuol dare una spiegazione di questo fatto: S. 131 „Es ist wohl der Schluß gestattet, daß der Octopus, wie er den Stab sieht und ihm ausweicht, so auch Urne und Nahrung sehen mag. Wenn ihn diese Objekte nicht mehr adäquat erregen, so genügt zur Erklärung

die Annahme, daß er ihre Bedeutung vergessen hat. Betrachten wir diese Schlüsse im Lichte der Anschauungen, welche in den letzten Jahren im Gebiete der Großhirnfunktionen der höheren Wirbeltiere und des Menschen durch H. Munk und andere entwickelt worden sind, so erscheint unser Octopus seelenblind, indem er nachweisbar sehend ist, ohne aber die gesehenen Objekte in ihrer Bedeutung zu erkennen, die seinem Gedächtnisse entschwunden ist.“

Steiner si rivolge questa domanda (S. 66/67): „Ob in dem Dorsalganglion das allgemeine Bewegungszentrum für den Leib der Mollusken enthalten ist, erscheint durch die mitgeteilten Versuche nicht bewiesen, aber ebensowenig widerlegt. Wir werden die Frage späterhin mit voller Klarheit entscheiden, ebenso uns über den Wert der einzelnen Abteilungen dieses Nervensystems aussprechen.“

Secondo lo Steiner è falso, quanto si legge nei libri di Zoologia, che il nervo ottico abbia origine dal Dorsalganglion, perchè (S. 67): „Als der Octopus nach Abtragung des sogenannten Cerebralganglions nicht blind wird, sondern nachweisbar sehend bleibt, was niemals der Fall sein dürfte, wenn die Wurzel des Sehnerven in dieses Ganglion eingebettet wäre. Den gleichen Nachweis werden wir später auch für den letzten Ursprung des Gehörerven führen, der ebensowenig in dem Dorsalganglion wurzelt. Dieselbe Frage für den Geruchsnerven zu entscheiden, erschien nicht ausführbar“.

Steiner fa anche delle lesioni omolaterali:

Nell'Octopus (S. 91): „Die einseitige Abtragung seines *Dorsalganglions* bietet keine anderen Schwierigkeiten, als die doppel-seitige Abtragung, welche wir oben geschildert haben (s. S. 64).“

Ebbene, rimesso nell'acqua, non si osserva disturbo alcuno nel movimento: „Sowohl Kriechen als Schwimmen finden in gewohnter Weise statt“. Osservò invece che dal lato, dove era stata asportata la massa gangliare, spesso (non sempre) la metà del corpo corrispondente era bianca (non tutti i giorni), mentre nella metà opposta era normale.

Da ciò Steiner conclude, che nell'Octopus (S. 122): „Sein dorsales Schlundganglion ist nicht Gehirn, weil die einseitige Zerstörung derselben keine Zwangsbewegung erzeugt“. A questo risultato del resto era arrivata già la morfologia che non trovò originare o finire in questa parte



del cervello alcuno dei nervi di senso superiori. Però la ricerca fisiologica era indispensabile per controllare questo dato morfologico, perchè forse il microscopio non poteva aver rivelato queste radici di tale nervo.

Anche levando il „Dorsalganglion“ l'Octopus vede e bene, lo stesso si dica per il senso acustico, (chè ledendo le vescichette auditive si ha una lesione del senso statico, dell'equilibrio) perchè l'Octopus senza Dorsalganglion non ha disturbo statico. — Dunque in questo caso morfologia e fisiologia si completano del tutto.

Estirpando il „Dorsalganglion“ nell'Octopus, Steiner così riassume i disturbi, che presenta questo animale (S. 122/123): „... nach Entfernung jenes Ganglions der Octopus die Fähigkeit verloren hat, 1. seine Nahrung selbständig zu nehmen, daß er 2. im allgemeinen die willkürliche Bewegung eingeübt hat, und daß 3. seine ganze Intelligenz sozusagen auf die Stufe des Idioten herabgedrückt worden ist. Diese Funktionen gehören, wie wir von den Wirbeltieren wissen, im allgemeinen dem Großhirn an, so daß wir an der Hand jener Erfahrungen dem Dorsalganglion des Octopus den Wert eines „Großhirns“ zuerkennen müssen. Wir versetzen uns damit in die merkwürdige, bisher wohl noch nicht dagewesene Lage, ein *Großhirn* zu haben in einem Nervensystem, das kein Gehirn hat, während nach den älteren landläufigen Anschauungen, namentlich auf Grund der Morphologie, ein Großhirn ohne Gehirn nicht gut zu denken ist, da sich jenes aus diesem entwickelt“.

Steiner fece anche delle esperienze in proposito sul „Dorsalganglion“ della Sepia, perchè così conclude (S. 123): „Wie der Octopus verhalten sich auch die Sepien (Tintenfische)“.

Non si può secondo lui asportare la „untere Schlundmasse“ nell'Octopus come nella Pterotrachaea. Provò ad asportarla omolateralmente in tutto od in parte.

S. 91/92: „Wurde die hintere Masse einseitig abgetragen, so war der Ausgang ein sehr unglücklicher, da das Tier sehr bald zu atmen aufhörte und tot war. Diese Beobachtung stimmt sehr gut zu den Angaben der Morphologie, welche die hintere Partie der Unterschlundmasse als Visceralganglion deutet, wohin wir entsprechend nun das Atmungszentrum zu verlegen haben.

S. 92: Wurden die vorderen Massen einseitig abgetragen, z. B. rechts, so bewegte sich der Octopus kriechend rechts im Kreise um die gelähmten Arme herum. Schwimmbewegungen habe ich nicht zustande kommen sehen, obgleich damit nicht gesagt sein soll, daß dieselben definitiv fehlen.

Hiermit sollte die Untersuchung noch nicht abgeschlossen sein, denn die eigentliche Pedalganglionmasse unterscheidet man in eine vordere Partie, welche als Brachialganglion aufzufassen ist, und den hinteren Teil, welcher das eigentliche Pedalganglion vorstellt.

Die oben mitgeteilte Form des Versuches ließ es noch unentschieden, ob die Innervation der Fangarme in dem Brachial- oder dem Pedalganglion wurzelt. Um dies zu entscheiden, wurde die eigentliche Pedalganglionmasse, als der mittlere Teil des subösophagealen Ganglions, einseitig durchschnitten. Auch jetzt kreiste das Tier um die verletzte Seite resp. um die gelähmten Fangarme.

Hiermit ist entschieden, daß die Fangarme in dem mittleren Ganglion ihre Wurzel haben und daß ihre Nerven durch das am meisten nach vorn gelegene Brachialganglion eben nur hindurchtreten.

Zu dem gleichen Resultate war auf histologischem Weg Jatta gekommen (1889).“

Disgraziatamente lo Steiner, in queste sue ricerche sul sistema nervoso centrale dei cefalopodi, non ha rigorosamente seguito la topografia anatomica delle varie masse gangliari, specialmente delle sopraesofagee, che vengono sempre designate con un nome generico e non preciso, localizzato. Più preciso è nella designazione della topografia anatomica della massa gangliare sottoesofagea. —

S. 123: „Die Unterschlundganglionmasse ist im wesentlichen Pedalganglion (wie bei den anderen Mollusken); daß sich hier vorn das Brachialganglion und hinten das Visceralganglion anschließen, ist für unsere Betrachtung ohne Bedeutung.“

Steiner ritorna in questo punto sopra la sua idea, cioè che nell'Octopus ha riconosciuto il „Dorsalganglion“ come „Großhirn“, senza che un vero cervello affatto esista.

S. 130: „Daß wir das Dorsalganglion als Großhirn erkannt hatten in einem Nervensysteme, welches ein echtes Gehirn nicht besitzt.“

Soggiunge che un fatto simile nella scienza era ignoto e che bi  
sogna vedere di rischiararlo e spiegarcelo.

Nei vertebrati Steiner vide che il „Großhirn“ si sviluppa da un centro  
olfattorio, ossia nasce da un centro sensorio, ciò che significa: „daß  
ein Großhirn zu seiner Entwicklung nur eines Sinneszentrums bedarf“.  
Ebbene l'Octopus „hat ein auffallend großes Auge und ein ebensolches  
Sehzentrum (Opticusganglion)“. Come il cervello dello Scyllium,  
come ha visto Steiner, viene da un centro olfattorio, così quello del-  
l'Octopus viene da un centro ottico — S.130: „Folgen wir den Haifischen,  
wo jenes Gesetz gefunden worden ist, an der Hand eines sehr großen  
Riechzentrums, so erscheint es am wahrscheinlichsten, daß das Groß-  
hirn des Octopus sich aus dem Sehzentrum entwickelt hat. Der Vor-  
gang mag folgender gewesen sein: In einem früheren ontogenetischen  
Stadium enthielt bei dem Octopus das Dorsalganglion das Sehzentrum,  
wie wir es in erwachsenem Zustande bei den anderen Mollusken sehen.  
Darauf kam es zu einer Abspaltung des Großhirns aus diesem Seh-  
zentrum, welches letztere nunmehr, da es auf dem Oesophagus keinen  
Platz mehr hatte, entlang der dorsalen Commissur seitwärts nach unten  
glitt.“

Soggiunge che questi spostamenti dei gangli dalle commissure  
negli invertebrati non sono fatti nuovi: nella catena ventrale gangliare  
vediamo, come molteplici gangli si riuniscono in due o in un ganglio.  
S. 130/131: „Aber auch innerhalb des Dorsalganglions sehen wir  
bei Cymbulia wie nach Degeneration des Augenapparates der Rest  
des Dorsalganglions entlang der Dorsozentralcommissur zu dem Pedal-  
ganglion herabgleitet, dem aufliegend wir es vorfinden. Ob diese Be-  
trachtung für den Octopus resp. die Mollusken richtig ist, muß das  
Studium ihrer Ontogenie lehren.“

Ci troviamo ora davanti ad un lavoro di F. Bottazzi (in colla-  
borazione con P. Enriques) che si occupò di studiare i centri dell'anello  
gangliare periesofageo degli Ottopodi (Eledone, Octopus) per mezzo  
della stimolazione dei vari punti della massa nervosa colla corrente  
elettrica. Quantunque dica che (p. 905): „Il Dietl citato dall'Uexküll,  
e l'Uexküll stesso hanno dato degli schemi della disposizione dei vari  
centri situati nell'anello gangliare periesofageo“ e riporti anche lo

schema di Dietl, purtuttavia egli non tiene affatto conto di tutti questi dati anatomici, ormai bene stabiliti.

Parla solamente di aver stimolato questo o quel „distretto“ nervoso, senza limitarlo però nettamente. I risultati quindi delle esperienze, che riporta, sono oscuri e non bene precisati. Di più non si può istituire un controllo colle figure, perchè in queste manca talvolta anche l'indicazione di questi „distretti“ (ad esempio [p. 908] il „distretto“ *Bo* non si trova segnato in nessuna figura). E' assolutamente inutile quindi tener conto dei risultati che emergono da un tale lavoro. E pensare che l'autore muove una critica spietata al lavoro di J. v. Uexküll! Egli così difatti si esprime (p. 905): „Conoscendo la disposizione dei centri nei gangli periesofagei, è facile immaginare e disegnare schematicamente le probabili vie afferenti ed efferenti di ciascun riflesso. Ma perchè questo lavoro d'induzione e d'immaginazione è stato fatto, per molti dei casi studiati, dall'Uexküll in una delle sue recenti pubblicazioni, e perchè nessun dato istologico positivo può essere messo come base a simili costruzioni schematiche, noi rinunziamo volentieri ad aggiungerne altre a quelle già esistenti.“

*Cenni sulla anatomia del sistema nervoso centrale della seppia.*

Dal trattato di Vogt e Yung, da Bauer, da v. Uexküll, da Joubin, da Dietl traggo queste brevi cognizioni anatomiche riguardanti il sistema nervoso centrale della seppia, che è stato argomento di tale studio. — Questo, detto anche comunemente „cervello“, è costituito da un complesso di gangli che circondano completamente il faringe e la parte più anteriore dell'esofago. Distinguiamo due parti molto bene distinte: *Pars supra et suboesophagea* rispetto alla loro posizione rispetto all'esofago. Ambedue queste parti sono in rapporto fra di loro per una commissura anteriore ed una commissura posteriore per ogni lato. (Fig. 1 e 2.)

*Pars suboesophagea.* È costituita da 3 gangli doppi, situati simmetricamente da ciascun lato e da un ganglio impari ed in questa posizione dall'avanti all'indietro.

1. Ganglion subpharyngeum (Unterpharynxganglion: Vogt et Yung)
2. Ganglion brachiale.
3. Ganglion pedale.

## 4. Ganglion viscerale.

1. *Ganglion subpharyngeum*, il quale è unito col Ganglion buccale per mezzo di quattro cordoni (commissure) di sostanza nervosa (due

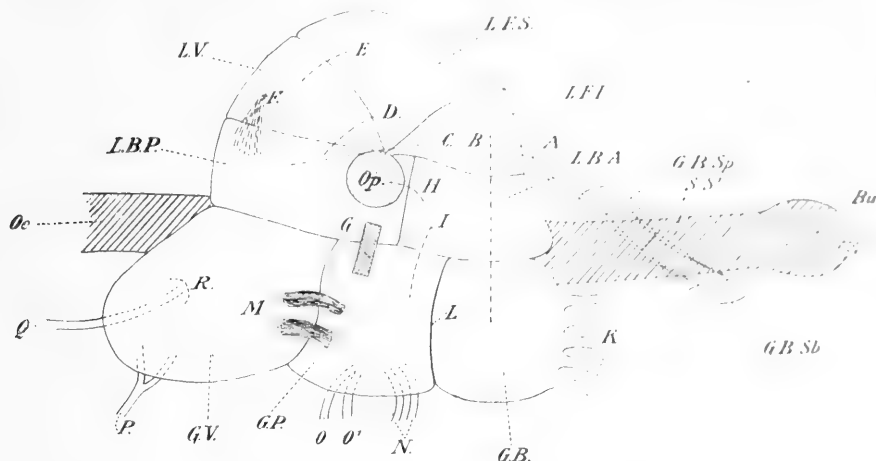


Fig. 1. (Schema del sistema nervoso centrale di *Sepia officinalis* secondo i dati di Chéron, Dietl, Joubin, Vogt e Yung.)

- Ganglia: *L. F. I.* = Lobus frontalis inferior,  
*L. F. S.* = Lobus frontalis superior,  
*L. V.* = Lobus verticalis,  
*L. B. P.* = Lobus basalis posterior,  
*L. B. A.* = Lobus basalis anterior,  
*G. V.* = Ganglion viscerale,  
*G. P.* = Ganglion pedale,  
*G. B.* = Ganglion brachiale,  
*G. B. Sp.* = Ganglion buccale suprapharyngeum,  
*G. B. Sb.* = Ganglion buccale subpharyngeum.  
*Oe.* = Oesophagus. *Bu.* = Bucca.

*A.* = Ramo al G. Buccale dal Lobus frontalis inferior pars anterior. — *B.* = Ramo al G. Brachiale dal Lobus frontalis inferior pars anterior. — *C.* = Ramo al Lobus basalis posterior dal Lobus frontalis inferior pars posterior. — *D.* = Rami dal Lobus frontalis superior alla parte superiore del Lobus basalis posterior. — *E.* = Rami dal Lobus frontalis superior pars suprema al Lobus verticalis. — *F.* = Fasci che in forma radiale si partono dal Lobus verticalis al Lobus basalis posterior. — *G.* = Larga commissura laterale che unisce il Lobus basalis posterior col G. pedale. — *H.* = Rapporti fra il Lobus basalis anterior con il Nervus opticus (*Op.*) — *I.* = Rapporti del Lobus basalis anterior con il G. pedale. — *K.* = Nervi brachiales che partono dal G. Brachiale. — *L.* = Adesione molto stretta del G. Pedale al G. Brachiale. — *M.* = Due robusti fasci di fibre uniscono il G. Pedale al G. Viscerale. *N.* = Nervi siphonales che partono dal G. Pedale. — *OO'* = Fascio mediano e laterale. — *P.* = Nervus visceralis. — *Q.* = Nervi Palleales. — *R.* = Commissura dei Nervi Palleales. — *SS'* = Nervi commissurali fra il Ganglion Buccale suprapharyngeum e il Ganglion Buccale subpharyngeum.

per ogni lato) e che si portano obliquamente da dietro verso l'avanti (Commissurae pharyngeales laterales).

Presiede alla innervazione del faringe e dell'esofago. Presiede

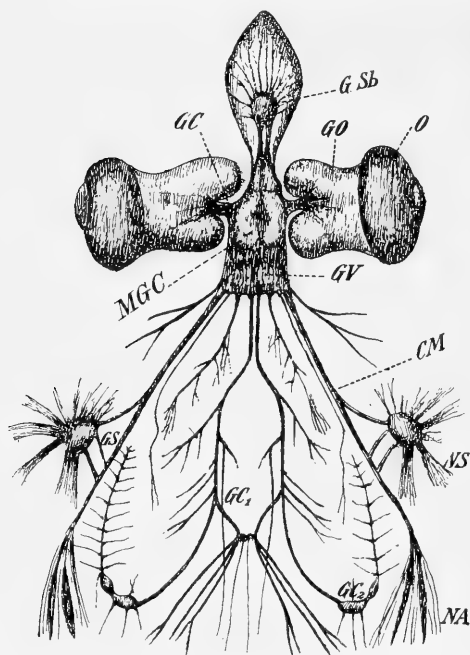


Fig. 2. Sistema nervoso di *Sepia officinalis* (sec. Jatta).

*Gsb.* = Ganglion supra-buccale. — *MGc.* = Massa gangliare cerebrale. — *GC.* = Ganglion chromatophoricum. — *GO.* = Ganglion opticum. — *O.* = occhio. — *GV.* = Ganglion viscerale. — *CM.* = Connettivo del mantello. — *GS.* = Ganglion stellatum. — *NS.* = Nervi Stellares. — *GC<sub>1</sub> GC<sub>2</sub>* = Ganglion cardiacum 1—2. — *NA.* = Nervi delle ali.

anche, per mezzo di fibre nervose che da questo si partono, alla innervazioni dello stomaco, dell'intestino cieco, che finiscono nelle vicinanze del retto nel *Ganglion stomacale*.

2. *Ganglion brachiale* detto anche a zampa d'oca (Cuvier). Partono da questo: 1. Nervi Brachiales per le 8 braccia e i 2 piedi prensili che convergono indietro e che nei decapodi, ogni cinque, si riuniscono in un grosso cordone. Questi nervi si originano per la maggior parte nel Ganglion pedale, ma il Ganglion brachiale dà un grande rafforzamento. Originano anche da questo ganglio i: 2. Nervi intra-brachiales e i: 3. Nervi anteriores capitis.

Una commissura trasversa unisce le due metà (destra e sinistra) del Ganglion.

3. *Ganglion pedale*. Da questo si originano i due nervi Siphonales anteriores.

I Nervi Siphonales posteriores, che si originano dal viscerale, traversano questo ganglio, dove ricevono un rafforzamento di fibre. All'esterno dei N.N. Siphonales, il Nervus statocysticus lascia il ganglio: trae origine nei Lobi: basalis post., frontalis inf. e scende lungo la commis-

suræ lateralis posterior. Da questo ganglio traggono anche origine i nervi oftalmici inferiores et superiores, i nervi venæ maioris capitis ed i nervi della muscolatura del capo e della sua pelle.

4. *Ganglion viscerale*. I nervi seu connectivi palcales e loro rami accessori traggono origine colle loro radici dalla pars lateralis anterior superior del ganglio, ed i N. N. viscerales seu nervi vagi dalla pars lateralis posterior superior. I primi escono dal ganglio nella superficie laterale, gli ultimi nella superficie posteriore vicino alla linea medialis. Questo ganglio è in rapporto con il ganglion pedale per mezzo di due cordoni di fibre laterali, con il ganglion superiore centrale per mezzo di fibre, che passano per la commissura lateralis posterior. Da questo ganglio traggono origine i Nervi siphonales posteriores, che traversano il ganglion pedale, dal quale ricevono un rafforzamento. I nervi ophthalmici posteriores si originano anche da questo ganglio.

*Pars Supraoesophagea*. Nella seppia è costituita di 5 gangli (nella Eledone invece sono 6): tre di questi sono situati dall'avanti all'indietro e due alla base.

Vi è inoltre il Ganglion buccale ovvero suprapharyngeum (Vogt e Yung) ovvero buccale superius (Chéron), il quale giace sopra la bocca al di fuori della capsula cartilaginea, comunica come abbiamo visto, per mezzo di cordoni laterali, col ganglion subpharyngeum e presiede alla innervazione della bocca, delle labbra e delle membrane labiali, superiore ed inferiore.

I tre gangli che sono situati superficialmente si susseguono così dall'avanti all'indietro:

1° Lobus frontalis inferior.

2° Lobus frontalis superior.

3° Lobus verticalis.

Riuniti insieme costituiscono quello che comunemente va sotto il nome generico di *Ganglion Cerebrale* o massa gangliare cerebrale.

I due gangli situati alla base della massa gangliare supraesophagea stanno uno anteriormente e l'altro posteriormente, e sono divisi fra di loro dal moncone del nervo ottico:

4° Lobus basalis anterior.

5° Lobus basalis superior. —

Lateralmente alla „massa cerebrale“ sempre nella parte sopraesofagea si incontra il:

1. Ganglion peduncoli, da alcuni erroneamente chiamato ganglion olfactorium [?] seu ganglion cromatophoricum [?], perchè, come vedremo appresso, l'eccitazione di questo produce solo riflessi da parte dell'apparecchio cromatoforico e mai da parte dell'apparecchio locomotorio. Si tratta di un ganglio piccolissimo, che si trova più di lato, è situato tra il pedale e l'ottico (pars posterior).

2. Ganglion opticum, composto da due grossi lobi (anteriore e posteriore), che costituiscono indubbiamente il ganglio più grosso di tutto il sistema nervoso centrale (il senso della vista, come vedremo, ha una grande importanza nella vita dei cefalopodi). I due lobi sono uniti fra di loro per mezzo di un grosso ponte.

Tutti questi gangli sono poi uniti fra di loro da commissure più o meno valide e da questi partono poi anche dei nervi, che si distribuiscono alle varie regioni della seppia. —

Sarà bene a questo riguardo di esaminare partitamente ciascun ganglio, perchè la esposizione riesca più chiara ed ordinata. —

A Portio supraoesophagea seu suprapharyngea.

1° Lobus frontalis inferior. Dalla parte anteriore di questo si originano un braccio di quella commissura, che va alla massa gangliare soprafaringea o boccale, ed un ramo che si porta al ganglio brachiale della parte posteriore. Posteriormente questo lobo si unisce per mezzo di una commissura molto robusta con il Lobus basalis posterior (secondo Dietl questa commissura corrisponderebbe ai nervi uditivi del Lobus basalis posterior della Eledone).

2° Lobus frontalis superior. È in rapporti molto stretti con la parte superiore del Lobus basalis posterior e superiormente è in stretti rapporti con il Lobus verticalis.

3° Lobus verticalis. Dalla sua faccia inferiore partono molti fasci che si portano in forma radiale nella massa del Lobus basalis posterior.

4° Lobus basalis posterior. Non si può dividere, come ritengono alcuni Autori, in due piccoli lobi, perchè non si può stabilire un limite netto. Abbiamo visto già il rapporto che trae con gli altri lobi, poste-



riormente poi si trova la larga commissura lateralis posterior che unisce questo lobo con il ganglion pedale. -- Al disopra dell'esofago è adagiata nel lobo la commissura nervi optici.

5<sup>o</sup> Lobus basalis anterior. Sembra che anteriormente mandi un fascio, ma ciò è incerto. I suoi rapporti principali sono con il N. Opticus e posteriormente con il Ganglion pedale: le fibre del primo si dirigono all'esterno, quelle del secondo posteriormente e all'indietro.

B. Portio suboesophagea seu subpharyngea.

I tre gangli che la formano (Brachiale, Pedale, Viscerale) non sono così nettamente separati fra di loro, come lo indicano gli autori.

1<sup>o</sup> Ganglion brachiale: partono da questo i dieci nervi brachiales che si dirigono alle otto braccia ed ai due piedi prensili.

2<sup>o</sup> Ganglion pedale: è in rapporto, come abbiamo visto, con il lobus basalis anterior e posterior, anteriormente aderisce completamente al ganglio brachiale, posteriormente con due robusti fasci di fibre con il ganglio viscerale. Si originano (sembra anche in parte dai gangli vicini) posteriormente i nervi siphonales, che si portano poi anteriormente prendendo rapporti con fibre della commissura lateralis posterior. Poi da un tronco molto corto si distaccano due fasci distinti di fibre: il mediano e il laterale. Il mediano, dopo essersi portato sotto la piastra auditiva, finisce poi in una rete fibrillare e si unisce anche con quello omonimo del lato opposto, facendo una commissura manifesta a forma di W. Il laterale si porta nella parete laterale dell'otociste, e, seguitando nella massa del ganglio pedale, forma una commissura arcuata con l'arco rivolto in alto e anteriormente. — Sono di natura microscopica del tutto differente i due ordini di fibre del fascio mediano e laterale, la cui natura fisiologica non potè bene determinare Dietl nella sepiola: certo si è che ambedue traggono rapporti con la otociste.

3<sup>o</sup> Ganglion viscerale: è di forma cilindrica. Come abbiamo visto è in rapporto per mezzo di due robusti cordoni di fibre con il ganglio pedale. Dalla regione inferiore di questo, nella parte mediana, si origina con due radici il Nervus visceralis, mentre invece i Nervi palleales si dipartono dalla regione laterale della massa gangliare dopo di aver formato in questa una commissura arcuata. -- Volendo cercare di

classificare le varie regioni secondo la loro funzione, possiamo dire, che nella regione sopraesofagea sono installati prevalentemente i gangli sensitivi e nella sottoesofagea i gangli motori e somatici.

Sistema sensitivo. Gangli sensitivi.

1. Massa cerebrale (Lobus frontalis inferior et superior, Lobus verticalis).

2. Opticus.

3. Peduncoli.

Sistema motorio.

1. Brachiale.

2. Pedale.

Sistema misto.

1. Lobus Basalis anterior et posterior.

Sistema somatico. Gangli somatici.

A. Sistema somatico anteriore.

1. Boccale.

2. Sottofaringeo.

3. Stomacale.

B. Sistema somatico posteriore.

1. Viscerale.

Secondo v. Uexküll i gangli: brachiale, pedale, viscerale non sarebbero che dei gangli periferici.

*Metodi di ricerca per lo studio della fisiologia del sistema nervoso centrale nella seppia.*

Mi sono servito di quattro metodi:

1. Eccitazione colla corrente elettrica.

2. Eccitazione meccanica.

3. Asportazione.

4. Avvelenamento.

1. La corrente elettrica interrotta era data da una slitta Du Bois Reymond, in comunicazione con 2 pile al bicromato di potassio. La seppia era mantenuta nell'acqua di mare che circolava continuamente, fissata per il sepium a mezzo del piccolo apparecchio di contenzione. (Fig. 3.) Si adoperavano due elettrodi di platino, che lasciavano sco-

perto solo qualche millimetro delle punte, così l'eccitazione era bene circoscritta.

2. Eccitazione meccanica. Per mezzo di una spatola di legno a punta smussa si eccitavano i vari gangli. Però lo stimolo meccanico fa esaurire presto i centri nervosi, sicchè basta talvolta averne portato uno solo, perchè poi questi rimangano senza risposta alcuna. L'eccitazione meccanica però ha il grande vantaggio di permettere una localizzazione molto limitata dello stimolo.

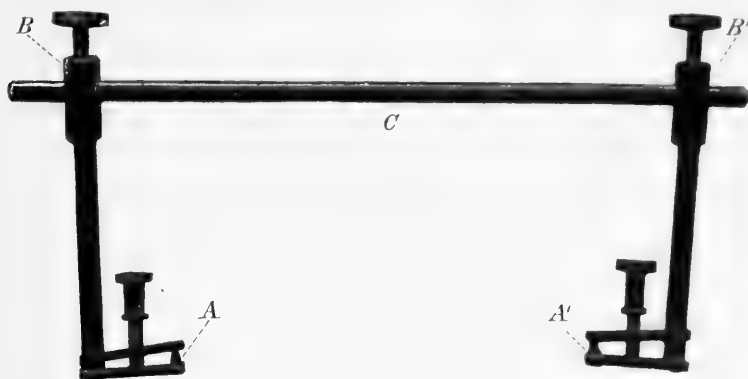


Fig. 3. Apparecchio di contenzione per *Sepia officinalis*. I due estremi del Sepium vengono fissati colle due piccole morse laterali (*AA'*) armate di punte e che possono essere strette con viti. Le due morse si possono allontanare e avvicinare lungo un sostegno (*C*) per mezzo di due aste (*BB'*) che si fissano con due viti. L'intero apparecchio viene sostenuto in *C* da una comune morsa da contenzione e può venire così immerso con *Sepia* in un bacino con acqua di mare.

Ho osservato, che appena si apre la capsula cartilaginea la seppia, da irrequieta che era, si calma immediatamente (forse per perdita di sangue e forse anche per azione dell'aria sul sistema nervoso centrale). Ho osservato inoltre, che bisogna adoperare per la eccitazione elettrica delle correnti debolissime, altrimenti i gangli si stancano immediatamente e non danno più alcuna risposta motoria o cromatoforica. Però, appena con una corrente un pò più forte cessa la eccitabilità di tutti i gangli, rimane sino alla morte (*ultimum moriens*) la eccitabilità di quei gangli, che presiedono a quei movimenti complessi per la difesa dell'animale; rimane ultimo ad esaurirsi il ganglio viscerale, l'eccitazione di una parte del quale, come vedremo,

dà un movimento di espirazione, che è sempre combinato con un movimento di fuga.

4. Un altro metodo per lo studio della funzione dei vari gangli del sistema nervoso centrale della seppia fu quello della asportazione: naturalmente è stata potuta eseguire solo nei gangli più superficiali: Massa cerebrale, ganglio ottico e cromatoforico. Arrivati con un piccolo taglio sulla capsula cartilaginea, questa veniva incisa (non si aveva quasi mai una grande fuoriuscita di sangue) poi con un piccolo cucchiaino di Volkmann si faceva di un colpo l'asportazione del ganglio, che doveva essere oggetto di studio. Tutti gli altri gangli rimangono assolutamente isolati. Oppure mi limitava ad isolare nettamente un determinato ganglio, con un coltello molto sottile e tagliente, da tutta la restante massa gangliare.

5. Altro metodo fu quello di studiare l'azione dei veleni sopra il sistema nervoso centrale della Sepia, per conoscere poi la funzione dei vari gangli. Fu adoperato da me con molto successo per il sistema nervoso di altri animali e mi corrispose abbastanza bene anche nella seppia. Ho voluto vedere, quale azione spiegassero vari veleni sopra il sistema nervoso di questi cefalopodi. Adoperai, come ho già fatto per altre esperienze in altri animali, soluzioni al 2% in acqua di mare colorata con tionina (perchè si potesse vedere bene il punto dove cadeva l'iniezione della sostanza fatta a mezzo di una siringa di Pravaz) di curaro, cloridrato di chinina, cloridrato di morfina e cloridrato di cocaina. Specialmente feci ciò, per poter vedere di scoprire la localizzazione delle varie funzioni dei vari gangli. (Polimanti 1908 — 1910 — 1911.)

Per poter giungere, coll'ago della siringa di Pravaz che conteneva il veleno in soluzione, sopra i vari gangli, determinai prima dai punti esterni la topografia di questi. E' cosa molto facile cadere coll'ago sui gangli ottici, che, come mostra bene la fotografia, abbracciano l'occhio. (Fig. 4.) La massa cerebrale è situata perpendicolarmente alla punta anteriore del Sepium; andando coll'ago più profondamente si cade sul ganglio pedale. Pel ganglio boccale, si ha come punto di ritrovo la parte mediana dell'origine delle braccia, più profondamente si cade sul ganglio brachiale. Piegando leggermente la testa in basso,

stabilendo il punto di mezzo dell'inserzione di questa al resto del corpo configgendo in questo punto l'ago, si cade sul ganglio viscerale.

Nulla a questo proposito io potei concludere con i primi tre veleni. Difatti, appena vengano iniettati nel sistema nervoso centrale, esplicano una azione più o meno eccitante che maschera assolutamente i risultati e non ci fa in modo alcuno conoscere la funzione dei vari gangli. Per quanto riguarda la forza, il potere di eccitazione di questi



Fig. 4. Fotografia della regione anteriore di *Sepia officinalis*. Sono stati allontanati i tessuti molli e la capsula cartilaginea per mostrare la topografia di alcuni gangli del sistema nervoso centrale prendendo come punto di ritrovo alcune regioni anatomiche (Spiegazione nel testo). *Gsb.* = Ganglion supra-buccale. — *G.C.* = Ganglion cerebrale. — *G.O.* = Ganglion opticum. — *G.cr.* = Ganglion chromatophoricum.

vari veleni, la morfina è stata quella, che ha esplicato maggiore azione di tutti perchè, oltre i fenomeni comuni anche agli altri due (curaro e chinina), ossia movimenti di retropulsione, azione molto spiccata sui cromatofori ecc., questa ha avuto costantemente come effetto di fare arricciare la parte più superficiale del tegumento cutaneo nei

punti determinati (specialmente capo, parte della regione superiore dorsale), in quegli stessi punti insomma, dove anche normalmente si avvera ciò all'epoca degli amori, o quando la seppia venga in un modo qualunque stimolata. Mi piace di notare, che P. Bert aveva già studiato l'influenza d'azione del curaro iniettato nella seppia e giunse alla conclusione (p. 134) „que le peu de sensibilité des seiches à l'action de ce poison si énergique, et la lenteur de cette action m'ont beaucoup étonné“. Una seppia può sopravvivere per un tempo piuttosto lungo ad una dose di curaro iniettata, che sarebbe capace di uccidere due o tre conigli. — Mentre al contrario, secondo Bert, sono sensibilissime all'azione della stricnina. — Conclude infine p. 135 „Ainsi l'action du curare et de la strychnine sont identiques chez les seiches et chez les animaux vertébrés“. —

Colla cocaina invece si può riuscire a determinare molto bene la funzione dei vari gangli e di ciò, per non incorrere in inutili ripetizioni, se ne parlerà, dove tratteremo partitamente di questi. Queste ricerche colla cocaina, hanno pienamente confermato e completano quelle fatte colla eccitazione colla corrente elettrica, colla asportazione dei vari gangli *in toto* o di loro parti.

#### *Funzione dei gangli del sistema nervoso centrale.*

*Ganglio boccale o soprafaringeo.* Colla eccitazione elettrica di questo si ha movimento coordinato della bocca, delle labbra e della membrana periboccale; è un vero e proprio movimento di masticazione.

*Ganglio sottofaringeo.* Si ottiene un movimento della faringe e dell'esofago dall'avanti verso dietro. E' un vero e proprio movimento di deglutizione. Contemporaneamente entrano in movimento anche lo stomaco e l'intestino.

Il ganglio boccale e il ganglio sottofaringeo sono in comunicazione fra di loro per mezzo di quattro cordoni di fibre nervose (due per ogni lato). Sono questi cordoni che rendono possibile un movimento simultaneo coordinato di masticazione e di deglutizione. Lo stomaco e l'intestino stanno in quella attività motoria che facilita la successiva digestione e smaltimento del bolo alimentare sino all'ano.

#### *Gangli cerebrali.*

Data la posizione superficiale dei tre gangli cerebrali, per lo studio della funzione di questi sono stati potuti adoperare i tre metodi di ricerca (eccitazione colla corrente elettrica, avvelenamento colla cocaina, estirpazione) in modo che l'uno ha completato l'altro, e la ricerca naturalmente è stata in questo caso veramente completa.

#### 1. Eccitazione colla corrente elettrica.

Appena si pongano gli elettrodi sopra uno dei tre gangli cerebrali, tutti gli animali compiono costantemente un forte movimento di espirazione con emissione di nero (molto raramente non avviene) e tendono costantemente quindi a retrocedere. Contemporaneamente le valvole si accostano alle parte superiore ed interna del corpo. Le ali laterali si addossano completamente al corpo dell'animale. Contemporaneamente si ha anche un forte sollevamento della testa e dei piedi che si mettono in senso orizzontale. Il mantello si contrae molto fortemente e la seppia acquista una forma molto appiattita. Naturalmente questo movimento di retropulsione non è così forte come quello che si ottiene per esempio andando ad eccitare un altro ganglio (il viscerale), come vedremo appresso. Però indubbiamente è un vero e proprio movimento di fuga, che viene a compiere l'animale. Contemporaneamente entrano in giuoco tutti i cromatofori, ma specialmente quelli della testa e dei piedi.

Sempre però, prima di avere questo movimento di fuga, la seppia divarica completamente fra di loro tutti i piedi (Fig. 5 e 6), li allunga e li ricurva indietro e contemporaneamente apre anche la bocca. Questa posizione si spiega bene pensando agli intimi rapporti che i gangli cerebrali hanno con il ganglio boccale e brachiale per mezzo della commissura anteriore. I gangli cerebrali sono indubbiamente i più sensibili di tutti gli altri del sistema nervoso della seppia, perchè, quando gli altri rispondono ancora ad uno stimolo elettrico, la massa cerebrale è già muta. Ciò dipende forse dal fatto che sono i più eccitabili, i più evoluti e quindi molto facilmente si esauriscono. Questi risultati erano stati già ottenuti, solo in parte però, da J. v. Uexküll nella *Eledone moschata*. Una prova, che la *Sepia* senza ganglio cerebrale si trovi in uno stato di grande ipereccitazione, la ritroviamo nelle esperienze eseguite da P. Bert sopra questi animali per studiare l'azione della

stricina. Presentano un quadro perfettamente analogo (p. 134): „Je l'ai vue immédiatement prise de convulsions terribles, lâcher son noir, et se fixer énergiquement par ses huit bras étendus en éventail (les grands bras ravisseurs ne sortant pas de leurs poches).“ —

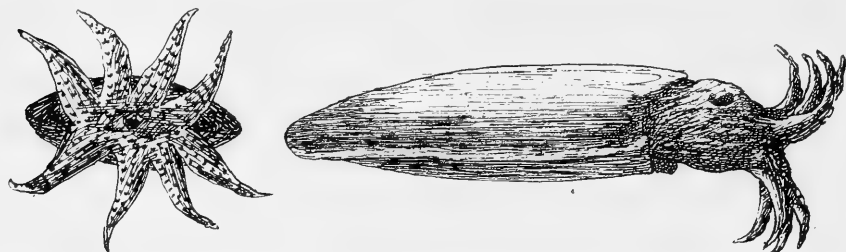


Fig. 5 e 6. Veduta di faccia e di lato di *Sepia officinalis* mentre si eccitano elettricamente i gangli cerebrali: i piedi vengono ad essere divaricati e rivolti indietro.

Sembra proprio di vedere in una tale descrizione una *Sepia*, alla quale sia stato asportato completamente il ganglio cerebrale. Come dimostra bene la figura annessa (Fig. 7) bene differentemente sono situate le braccia della *Sepia* allo stato normale dell'animale.

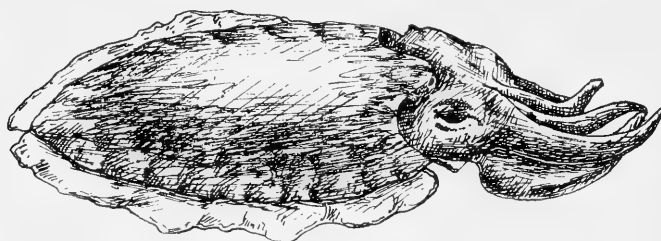


Fig. 7.

*Sepia officinalis* (Seppia). Sec. Merculiano.  
(*Aquarium neapolitanum* V Ediz. 1905 pag. 31 Fig. 78.)

2. I risultati ottenuti, studiando i gangli cerebrali col metodo della cocaina, hanno confermato pienamente quelli avuti col metodo della eccitazione elettrica. Una seppia, con i gangli cerebrali avvelenati colla cocaina, manca assolutamente della coordinazione dei movimenti e nell'acqua, trovandosi alla superficie del bacino, va facendo movimenti di retropulsione emettendo o no contemporaneamente nero dall'imbuto. Questi movimenti di retropulsione si compiono spontaneamente, oppure anche quando l'animale venga ad essere



stimolato. Questi movimenti non si compiono che molto di rado, perchè quasi sempre sta ferma in un punto con i suoi piedi e con i 2 piedi prensili completamente divaricati indietro in quella posizione caratteristica, della quale abbiamo sopra parlato e talvolta muore anche rimanendo in questa posizione caratteristica alla superficie del bacino. Appena però si porti uno stimolo sulla seppia, si mette subito in posizione orizzontale e compie un movimento di retropulsione. Spesse volte poi rimane al fondo del bacino assolutamente immobile e non compie il minimo movimento. Appena compiuta l'iniezione la seppia diventa quasi completamente bianca e solo dopo 30—40' cominciano ad entrare in giuoco i cromatofori. I cromatofori rimangono assolutamente morti per tutto questo periodo di tempo, il loro riflesso viene ad essere completamente abolito.

### 3. Asportazione del ganglio cerebrale.

Essendo il più superficiale di tutti, è cosa molto facile l'asportarlo completamente non solo, ma anche isolatamente le tre parti, nelle quali viene ad essere suddiviso. J. v. Uexküll vide, che appena asportato il ganglio cerebrale, nella Eledone, l'animale diviene eccitatissimo e tutti i riflessi sono aumentati di molto. Fugge immediatamente, appena un osservatore le si avvicini, ed i cromatofori sono in continua attività. Da questi fatti questo autore conclude, che nel ganglio cerebrale esistano dei centri inibitori. Mi limito solamente a riportare il protocollo di una esperienza, perchè tutte le altre sono state uguali ed identici i risultati ottenuti.

Esperienza I. 5—1—08.

Ore 10,14. Asportazione di tutta la massa gangliare cerebrale. Appena eseguita l'operazione, la seppia diventa subito completamente nera sia nella testa come nei piedi: il resto del corpo sembra assolutamente normale e non ha cambiato di colore. Appena messa nel bacino va retrocedendo per 5 volte, continuamente emettendo dall'imbuto una grande quantità di nero e di acqua anche contemporaneamente.

Ore 10,17. Quando non è stimolata sta completamente tranquilla, però non appena si tocchi, emette subito nero, misto anche ad acqua e va continuamente retrocedendo. E' sempre completamente nera per tutto il corpo, ma specialmente sulla testa e sui piedi. Gli otto

piedi si aprono tutti completamente e si ripiegano posteriormente, lo stesso fanno i due piedi prensili.

Ore 10,22. Va retrocedendo continuamente emettendo acqua dall'imbuto e contemporaneamente compie dei movimenti di maneggio verso destra. I cromatofori entrano in funzione, specialmente nella metà destra del corpo interamente. Sembra che il giuoco dei cromatofori sia in strettissimo rapporto coi movimenti respiratori, difatti a destra diventa nera solo negli atti inspiratori.

Ore 10,29. Appena si tocchi, mette subito in funzione le braccia per prendere la bacchetta, colla quale è stata stimolata. Va muovendosi in tutte le parti del bacino, aiutandosi solo colle ali laterali, e mai con i movimenti espiratori emettendo acqua dall'imbuto.

Ore 10,31. Comincia ad allungare le braccia ed i piedi prensili. Il giuoco dei cromatofori a destra è completamente finito.

Ore 10,44. Presa nelle mani, compie fortissimi atti espiratori e va nell'acqua facendo dei movimenti di maneggio verso destra, tenendo addossata al corpo l'ala di destra e muovendo invece molto energicamente quella di sinistra. Stimolata non prende più con i piedi la bacchetta, colla quale si esegue lo stimolo. E' divenuta quasi completamente bianca. Toccata, mette pochissimo in azione i cromatofori, però diviene leggermente tigrata (secondo Hoffmann „striatura a zebra“). Rimane sempre alla superficie del bacino e mai scende al fondo.

Ore 11,17. Stimolata con una bacchetta, non risponde più assolutamente; cavata fuori dell'acqua, muove molto lentamente le braccia. I piedi prensili sono completamente allungati.

Ore 11,20. E' morta rimanendo sempre alla superficie del bacino. E' divenuta completamente bianca e, sia le braccia, come i piedi prensili sono completamente allungati. Alla sezione si riscontra che è stata asportata tutta la massa gangliare cerebrale.

Le altre 9 esperienze eseguite, asportando più o meno completamente il ganglio cerebrale, hanno portato tutte agli identici risultati. In genere però, la durata della vita degli animali che hanno subito una tale operazione, è stata di molto poca durata (da 15' ad 1 ora circa), sicchè i fenomeni presentati sono stati molto fugaci e passeggeri.

Appena eseguita l'operazione, gli occhi, per l'abbassamento delle palpebre, si sono completamente chiusi. I cromatofori sono entrati subito in giuoco e la seppia, dal colorito normale che aveva, diveniva completamente nera, oppure avveniva il fenomeno inverso, diventando invece completamente bianca. Dove non convergo con v. Uexküll, si è nell'ammettere in questi gangli cerebrali una funzione esclusivamente inibitoria. Io ritengo piuttosto, che noi potremo localizzare in questo punto un *centro regolatore e coordinatore di tutti i movimenti, anche dei respiratori*, quindi molto di più di un semplice centro inibitore (il concetto di inibizione e dinamogenia è incluso in quello di regolazione e coordinazione). Difatti una seppia, appena venga privata dei suoi gangli cerebrali, non è più assolutamente capace di compiere un nuoto normale. Le ali non rimangono più in posizione del tutto normale, bensì possono essere ambedue abbassate completamente, più o meno addossate al corpo dell'animale, oppure, mentre una rimane in posizione anormale, l'altra è in posizione normale. Molto spesso non rimane in posizione normale di equilibrio, ma sta leggermente piegata sopra uno dei suoi lati. Alcune seppie, dopo una tale operazione, rimangono assolutamente immobili, tranquille in un punto del bacino, mentre altre sono capaci anche di muoversi, ma non sono mai al caso di compiere un nuoto normale colle loro ali. I movimenti compiuti, o sono di maneggio nel senso anteriore o posteriore, oppure dei fortissimi movimenti di retropulsione continui, sia in linea retta come anche sotto forma di maneggio verso l'uno e l'altro lato, dovuti specialmente a forti movimenti espiratori con emissione più o meno violenta di acqua dall'imbuto, mista o no al nero. La seppia, durante questi movimenti forzati di espirazione, assumeva un vero e proprio aspetto di un cetriolo. In genere i piedi, dopo l'ablazione completa dei gangli cerebrali, rimangono completamente divaricati. Sembra quasi, che voglia attaccarsi a qualche cosa; prenderebbe insomma quella posizione uguale a quella vista da v. Uexküll nella Eledone, alla quale tagliava la massa gangliare sopraesofagea nelle vicinanze del ganglio I centrale e come appare bene dalle Fig. 5 e 6. Dunque più che di fenomeni inibitori noi dobbiamo parlare qui di una mancanza di uno stimolo per compiere movimenti di nuoto normale. Questi fenomeni di deficienza durano

molto poco, perchè la seppia muore molto presto, come ho sopra detto, in seguito ad una tale operazione.

*Regione Basale.* — Come abbiamo sopra visto, costituisce la base della massa gangliare sopraesofagea.

Colla eccitazione dei due lobi Basali si ottiene il movimento delle braccia e contemporaneamente anche movimenti coordinati di masticazione. Si ottiene, anche limitando lo stimolo pure ad un solo lato, un abbrunamento, per azione dei cromatofori, dell'intero corpo dell'animale ed anche dell'iride bilateralmente. Per quanto riguarda l'influenza dei gangli Basali sulla respirazione, esistono qui dei veri e propri centri: uno antero-superiore per la inspirazione ed uno posteriore-inferiore per la espirazione. Questi stessi centri erano stati già stabiliti da v. Uexküll nel III Ganglion centrale della Eledone. Ed anche nella seppia, stimolando il centro espiratorio, l'animale assume una forma molto rigonfia, come un piccolo pallone, e stimolando il centro inspiratorio la forma di un citriolo; naturalmente queste forme, data nella seppia la presenza del sepium, non sono così pronunziate come nelle Eledone, il cui corpo è costituito assolutamente da soli tessuti molli contrattili. Si ottengono poi stimolando questo ganglio dei movimenti coordinati di nuoto da parte delle ali. Basta pensare ai rapporti che la regione basale ha con i gangli boccale, brachiale, pedale, viscerale e ottico per rendersi ragione dei vari fenomeni presentati dalla seppia quando si faccia la eccitazione elettrica del ganglio in parola.

*Ganglion cromathophoricum* (G. peduncoli — G. olfactorium).

Con la eccitazione elettrica si ha una azione sui cromatofori prevalentemente della metà omonima, ma anche in quelli della metà opposta. Si otterrebbe insomma colla stimolazione il riflesso di Klemensiewicz, confermato anche da v. Uexküll nella Eledone. Si ha quindi costantemente un riflesso cromatoforico, del colore cioè e mai un riflesso motorio.

*Ganglion opticum* (Pars anterior).

Con la corrente elettrica si ha costantemente un giramento sul proprio asse in alto e indietro del bulbo oculare ed entrano in giuoco i cromatofori (diventando completamente nera) della metà anteriore del capo, compresi i piedi e quello prensile del lato omonimo.

*Ganglion opticum* (Pars mediana).

Si ottiene, per azione dei cromatofori, una colorazione bruna della metà della testa e dei piedi dal lato omonimo eccitato, qualche rara volta si ha una azione bilaterale, in modo che il capo, con il suo apparecchio podale, diviene completamente bruno. Si ha anche un movimento indietro orizzontalmente dell'occhio. La stimolazione di queste due regioni del ganglion opticum è sempre accompagnata da un movimento di forte inspirazione in modo che la seppia assume la forma di una palla. Vedremo poi meglio, quando parleremo dei movimenti respiratori, che vengono appunto ad essere eccitate le fibre sensitive, che dal ganglio ottico vanno al centro inspiratorio del ganglio viscerale e della regione basale.

*Ganglion opticum* (Pars posterior).

Uno stimolo elettrico o meccanico, portato in questa parte del ganglio, ha per effetto costante un giramento dell'occhio del lato omonimo verso l'alto e in avanti. I cromatofori della metà omonima del capo, dei piedi e del piede prensile dello stesso lato entrano in giuoco (talvolta anche di tutto il corpo). Contemporaneamente si ha sempre un movimento più o meno forte di espirazione (alzamento del capo, allungamento dell'imbuto, contrazione del mantello e chiusura delle valvole respiratorie) a seconda della forza dello stimolo portato e l'eccitabilità dell'animale, il quale assume costantemente una forma più o meno affusolata. E contemporaneamente la seppia compie dei movimenti di retropulsione. La stimolazione elettrica o meccanica di queste varie parti del ganglio ottico porta sempre con sè costantemente un innalzamento, sia nella regione del capo che nella anteriore del dorso, di quelle pliche cutanee, che fanno assumere alla seppia un aspetto molto caratteristico (irsuto). (Fig. 38.) Si ha anche costantemente coloramento dell'iride, in via riflessa, per le vie nervose che passano pel ganglio centrale. Questo si ottiene anche stimolando un piccolo nervo che giace oralmente e al disopra del peduncolo. Sia eccitando la parte anteriore o posteriore di questo ganglio ottico, quelle due macchie caratteristiche, che sono sulla superficie del mantello della seppia, e che rassomigliano a due occhi, per azione dei cromatofori, diventano biancastre. Debbo qui fare una osservazione a proposito della azione del ganglio ottico

sopra i cromatofori: se lo stimolo non è molto forte e rimane molto limitato (per fare queste esperienze è sempre preferibile adoperare stimoli meccanici, più facilmente limitabili, piuttosto che stimoli elettrici che possono trasmettersi con facilità), allora si ha azione sopra i cromatofori di un solo lato e mai sopra quelli di ambedue i lati. La stimolazione delle fibre del nervo ottico dà costantemente luogo a fenomeni motori del bulbo oculare.

L'asportazione del ganglion opticum di un lato fa sì, che i movimenti si compiano in modo pressochè normale, però talvolta con leggero maneggio verso il lato non operato, ma questo è lieve e assolutamente transitorio (ritornerò presto sopra il prodursi di questi movimenti di maneggio e sopra il loro significato biologico, quando sono consecutivi ad una illuminazione inuguale od omolaterale dell'animale, con esperienze da me eseguite sui pesci). Il fenomeno più importante, che presentano, si è però, che tutta la metà del corpo, corrispondente al lato dove è stato tolto questo ganglio, rimane sempre completamente nera (per azione dei cromatofori), mentre la metà opposta ha sempre un aspetto e un colorito normale, oppure diventa talvolta più pallida. E' la mancanza quindi dello stimolo visivo che esplica questa influenza sopra i cromatofori. Vengono insomma stimulate direttamente quelle fibre del ganglio ottico, che vanno nel centro espiratorio dei gangli basali e viscerale. Questa origine, questa produzione dei riflessi, con la eccitazione diretta dei centri sensitivi, è molto importante per lo studio del meccanismo dei riflessi. Dunque nei cefalopodi (Sepia) si può avere un atto riflesso respiratorio (espiratorio o inspiratorio) eccitando direttamente le fibre sensitive e il centro (ganglion opticum). Vedremo poi, quando parleremo della respirazione, come si possa avere un movimento espiratorio od inspiratorio in via riflessa. E ciò, si otteneva, anche accecando completamente la seppia, eliminando cioè ogni fattore riflesso di origine visiva. Questo fatto è una conferma di quanto aveva visto già Langendorff pel riflesso di deglutizione, il quale si ottiene, non solo per eccitazione della mucosa, ma anche per eccitazione del nervo laringeo superiore. A ragione quindi, come Langendorff, sostengo, che quanto ammette Baglioni per i riflessi, ossia che si originino solamente per eccitazioni della super-

ficie del corpo è senza dubbio erroneo: difatti nessun ricercatore ha mai potuto riscontrare, quanto viene a sostenere questo autore. Un'altra conferma di questo mio asserto la trovo nelle molto importanti esperienze eseguite da v. Uexküll sul sistema nervoso delle libellule. Basta comprimere l'ultimo anello dell'addome di uno di questi animali, perchè si curvi, i piedi abbandonino il supporto e le ali comincino a battere: questo è quanto l'autore chiama riflesso totale di fuga. Nell'insetto decapitato questi movimenti si arrestano, appena cessa l'eccitazione; lo stesso però non è nell'insetto normale, perchè anche dopo cessata l'eccitazione, il battere delle ali continua ancora per un certo tempo. — Risultati analoghi si ottengono colla eccitazione elettrica dei gangli nervosi; quando si eccitano i gangli ventrali, che comandano alle ali, il battimento di queste si inizia colla eccitazione e cessa nello stesso tempo che questa; al contrario, se è il cervello che si eccita con questa stessa corrente, il movimento continua molti minuti ancora dopo cessata l'eccitazione. v. Uexküll conclude da questi fatti, che il cervello delle libellule possiede un apparecchio capace di mantenere in movimento per un tempo assai lungo, dei muscoli, che avevano risposto in un modo riflesso ad una eccitazione. La durata dei movimenti si trova così sotto la dipendenza degli organi superiori di senso e in particolar modo della vista.

In questo lavoro parlo solamente dei movimenti dei bulbi oculari in *Sepia officinalis*, per quanto concerne quelli della pupilla, ne farò oggetto di altro lavoro.

#### *Ganglion brachiale.*

Come bene ormai si sa, nei decapodi si hanno 10 nervi, che vengono da 4 fasci bene distinti e che si distribuiscono agli 8 piedi, vi è poi un nervo per ogni lato, che si distribuisce ai piedi prensili. Questi nervi traggono origine per la massima parte dal ganglio pedale, ma anche il ganglio branchiale vi contribuisce molto. Una commessura trasversale unisce fra di loro le due metà. Per eseguire le esperienze colla eccitazione elettrica, non solo sul ganglio brachiale, ma anche in tutti gli altri gangli sottoesofagei, occorre amputare un occhio. Eseguendo la ricerca con molta circospezione, a mezzo della eccitazione elettrica, si riescono a stabilire in questo ganglio due punti molto bene distinti

e limitati: una parte anteriore che presiede al raccorciamento degli 8 piedi e dei 2 piedi prensili, ed una parte posteriore colla quale si ottiene un costante allungamento di tutti questi piedi. Sicchè si avrebbero due regioni molto bene limitate ed a funzione antagonista fra di loro. Si arriva anche, limitando bene la eccitazione sopra una determinata parte di questo ganglio, ad ottenere la estensione o la contrazione di un singolo braccio. Quando la eccitazione coglie il ganglio *in toto*, le 10 braccia si allungano, si accorciano e anche si incrociano completamente fra di loro (movimento di afferramento). Contemporaneamente alla azione motoria si ha anche una azione da parte dei cromatofori, perchè le braccia, che entrano in movimento, diventano di quel colore caratteristico brunastro, dovuto appunto all'azione dei cromatofori. Noi sappiamo bene, che il nervo in ogni braccio manda due rami, uno dorsale che serve appunto per l'innervazione dei cromatofori e l'altro ventrale adibito al movimento. Tanto che limitando lo stimolo al primo si ha solamente un'azione coloratoria e al secondo esclusivamente una motoria.

#### *Ganglion pedale.*

I nervi brachiali, come abbiamo visto, sono formati in massima parte da fibre che originano dal ganglio pedale, difatti basta uno stimolo di questo, perchè entrino in movimento le otto braccia ed i due piedi prensili con una contemporanea azione sopra i cromatofori corrispondenti. La seppia assume una forma di palla, entra così in una fase inspiratoria per tutto il tempo che dura l'eccitazione. L'imbuto, per azione del N. anteriore dell'imbuto, si ripiega indietro a semicerchio facendo una concavità verso l'alto e contemporaneamente si retrae, naturalmente aumenta così il suo lume: i cromatofori di questo entrano in giuoco e contemporaneamente dall'estremo libero, completamente beante, si elimina sempre una certa quantità di nero. La vescichetta del nero rimane indubbiamente eccitata ed ha luogo appunto questa eiezione. Gli occhi, sotto l'azione dei nervi oftalmici inferiori e superiori, ruotano in tutti i sensi, ma specialmente nel senso antero-posteriore. Il capo viene ad essere leggermente innalzato, e la pelle, che lo ricopre, per azione dei cromatofori, assume un colorito brunastro per tutto il tempo, che dura l'eccitazione.



*Ganglion viscerale.*

Al pari di v. Uexküll per la Eledone, ho potuto stabilire, con ogni stimolo elettrico o meccanico, nel ganglio viscerale della seppia, due punti molto bene distinti: l'uno, anteriore-inferiore, per la inspirazione, l'altro, posteriore-superiore, per la espirazione. E' però indubbiamente molto più forte il movimento che si ottiene di espirazione rispetto a quello di inspirazione. L'imbuto, nell'atto espiratorio, si allunga e restringe completamente (per azione del nervo posteriore dell'imbuto, che passa anche per il ganglio pedale) e viene emesso del nero in maggiore o minore quantità. Ha luogo dunque la emissione del nero, per eccitazione della vescichetta, in ambedue i movimenti antagonisti complessi (inspirazione, espirazione). Si ha un innalzamento forte del capo, le ali si addossano completamente al corpo, le valvole respiratorie si addossano completamente alla parete superiore ed i cromatofori di tutto il corpo entrano in giuoco. Gli occhi, per azione dei nervi oftalmici posteriori, vengono ad essere girati anteriormente. Nel movimento inspiratorio, sempre molto debole e non così marcato come il primo, la seppia assume una forma di una palla, le ali si contraggono, il capo viene innalzato contemporaneamente in alto e l'imbuto si retrae di molto. Indubbiamente, il ganglio viscerale ha più azione espiratoria che inspiratoria, la quale è riservata di più al ganglio pedale. E' difatti il nervo viscerale, il quale trae origine da questo ganglio, e che dà luogo sempre costantemente, quando venga eccitato elettricamente, ad un movimento delle branchie, con completo restringimento e vuotamento, e contemporaneamente emissione di nero dalla relativa vescichetta. —. —. —.

Vediamo ora di coordinare fra di loro i risultati ottenuti collo studio delle funzioni dei vari gangli e vedere per mezzo di quali ordigni nervosi si compiono i vari atti motori complessi, le varie funzioni da parte della seppia.

I. *Movimento di presa dell'alimento, masticazione e deglutizione* (Fig. 8).

I piedi prensili attaccano la preda e la portano fra gli otto piedi, i quali si chiudono immediatamente incrociandosi fra di loro, in modo che la fuga è resa impossibile. Contemporaneamente che l'animale

preso è tenuto fermo e fissato contro la regione boccale, il labbro circolare lo succhia e fa come un vuoto di maniera che questo rimane sempre più fisso contro le mascelle e la radula. In questo periodo di

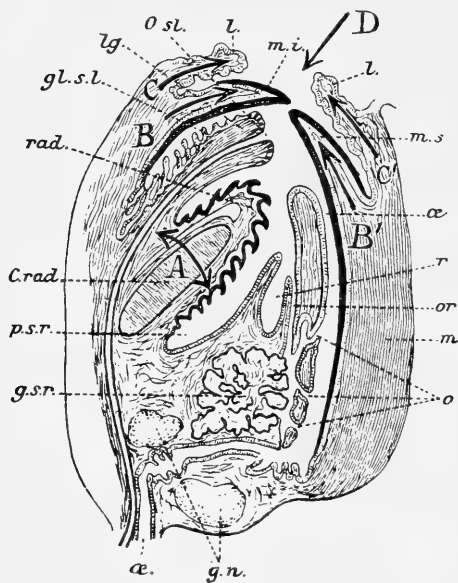


Fig. 8.

Taglio sagittale del bulbo boccale di una Sepia (secondo Joubin p. 539 Fig. 574).

*lg* = lingua. — *l* = labbra. — *mi* = mandibola inferiore. — *ms* = mandibola superiore. — *oe* = esofago. — *rad* = radula. — *C rad* = cartilagine radulare. — *r* = doccia della glandola sotoradulare. — *or* = canale della glandola sotoradulare. — *o* = orifici secondari della glandola sotoradulare. — *gsr* = glandola salivare sotoradulare. — *gn* = ganglio nervoso. — *gl sl* = glandola salivare sotto-linguale. — *osl* = orificio del canale della glandola salivare addominale. — *psr* = sacca sotoradulare. *m* = muscolo. — *A* = direzione dei movimenti della radula a semicerchio. — *BB'* = direzione dei movimenti di abbassamento delle mascelle. — *CC'* = direzione dei movimenti di abbassamento della labbra. — *D* = La preda viene attratta nel senso della freccia D, per il vuoto che si fa nella cavità boccale.

succhiamento - fissamento le mascelle rimangono più o meno aperte e traverso questa apertura passa il liquido secreto dalle glandole salivari, che serve appunto ad avvelenare la preda (Lo Bianco), trattenuta completamente ferma. Avvenuto l'avvelenamento e reso quindi più o meno immobile l'animale catturato, (per solito un crostaceo) questo viene preso con movimento di innalzamento e di abbassamento dalle due mascelle che lo tengono stretto, e lo dilanano in parte. Contemporaneamente però entra in funzione la radula che mossa dalla lingua lo macina e lo riduce in poltiglia, specialmente con movimenti di innalzamento e di abbassamento e anche laterali e circolari. Questa poltiglia viene mano mano inghiottita dal faringe e dall'esofago, animati

da movimenti antero-posteriori peristaltici. Contemporaneamente lo

stomaco e l'intestino entrano in funzione motoria e digestiva e così viene eseguita mano mano la digestione. La seppia durante questo atto di presa dell'alimento, di masticazione, di deglutizione, per azione dei cromatofori, assume un aspetto brunastro. Sarà facile ora comprendere, quale è il meccanismo nervoso traverso il quale si esplica questa funzione. Una eccitazione visiva (ganglio ottico), oppure che origini dal ganglio cerebrale, traverso la commissura posteriore si porta al ganglio pedale (che ha in parte azione sui nervi brachiali che mettono in azione gli otto piedi e i due piedi prensili), traverso la commissura al ganglio brachiale (presa dell'alimento) e al ganglio boccale. Da questo, traverso la commissura boccale-faringea, si porta al ganglio sotto-faringeo (movimento di masticazione deglutizione) e poi per mezzo dei nervi sottofaringeo-stomacali finisce al ganglio stomacale (movimento dello stomaco e dell'intestino). Così si compie l'intero atto digestivo. I gangli brachiale e pedale, la commissura posteriore presiedono contemporaneamente al movimento dei cromatofori.

Al pari di v. Uexküll nella Eledone, ho potuto anche io vedere nella seppia, che la bocca, tagliata, separata dal resto dell'animale, è ancora al caso di compiere dei *movimenti coordinati di masticazione*. Si ottengono, sia spontaneamente in primo tempo, come anche con stimoli meccanici, elettrici dei tessuti boccali e periboccali. La sede nervosa di questi movimenti è sicuramente il ganglio boccale e sotto-faringeo, che sono collegati fra di loro da due commissure da ogni lato. Difatti, distrutti questi due gangli, ogni movimento della bocca sparisce assolutamente con qualunque stimolo venga ad essere adoperato.

### *Respirazione e nuoto.*

Come abbiamo visto, parlando del movimento, questo, almeno in alcune sue esplicazioni, è intimamente legato alla respirazione, sicchè sarà bene studiarlo in uno stesso capitolo. Quasi completamente i risultati da me ottenuti nella Sepia coincidono con quelli di v. Uexküll ottenuti in Eledone. Dall'unito schema (Fig. 9) si vede bene come un centro regolatore superiore (ganglio cerebrale) (via diretta) oppure uno stimolo luminoso (ganglio ottico) (via riflessa) possano influire sia sulla respirazione come sul movimento, sia per vie nervose dirette

o per mezzo dei gangli basali. Ci sono poi nelle altre regioni cerebrali dei meccanismi nervosi (gangli e nervi) che presiedono direttamente ai meccanismi, traverso i quali si esplicano il nuoto e la respirazione. Il ganglio viscerale, per mezzo dei nervi del mantello, provvede agli

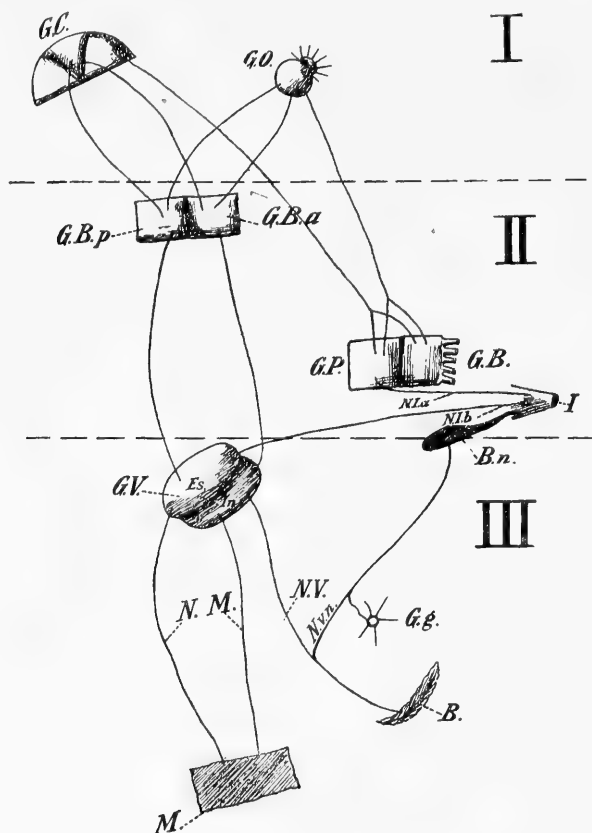


Fig. 9.

Schema per dimostrare il meccanismo nervoso della respirazione e del nuoto. *G. C.* = Ganglion cerebrale. — *G. O.* = Ganglion opticum. — *G Bp* = Ganglion basale posterior. — *G Ba* = Ganglion basale anterior. — *G P* = Ganglion pedale. — *G B* = Ganglion brachiale. — *N I a* = Nervo anteriore dell'imbuto. — *N I b* = Nervo posteriore dell'imbuto. *I* = Imbuto. — *G V* = Ganglion viscerale: *Es*: portio expiratoria, *In*: portio inspiratoria. — *N M* = Nervi del mantello (*M*). — *N V* = Nervus visceralis che viene dalle Branchie (*B*). — *N v n* = Nervo della vescichetta del nero (*B n*). — *G g* = Ganglion stellatum. — **I**. Sezione nervosa superiore che presiede in via diretta e riflessa alla respirazione e al movimento. — **II**. Sezione mediana che presiede alla innervazione specialmente dei meccanismi motori. — **III**. Sezione inferiore che presiede alla innervazione specialmente dei meccanismi respiratori.

atti inspiratori ed espiratori e contemporaneamente anche al movimento delle ali; il nervo viscerale, che viene dalle branchie e che termina nella sezione inspiratoria del ganglio viscerale, provvede a che automaticamente l'acqua venga sempre normalmente rinnovata nelle branchie, perchè non sopraggiunga l'asfissia. Così viene automaticamente provveduto sia alla respirazione come anche al nuoto. Però, ci sono altri meccanismi, che servono all'animale, non solo per completare queste funzioni, ma anche per compiere i così detti *movimenti di fuga*, ai quali prende parte la respirazione simultaneamente ai movimenti. Si ha l'apertura e la chiusura (fenomeno attivo pure questo e non passivo, come credeva v. Uexküll) del sifone, a mezzo dei nervi che partono dal ganglio pedale e viscerale. Un movimento di fuga ha luogo per eccitazioni, che partono dal ganglio cerebrale od ottico. Direttamente, o traverso i gangli basali, entrano in giuoco il ganglio viscerale (espirazione-contrazione del mantello ed allungamento del sifone e addossamento delle ali al mantello), il ganglio pedale (allungamento delle braccia) che viene rafforzato dalla azione del brachiale, che ha appunto per effetto l'allungamento della braccia. Un movimento di fuga in avanti ha luogo per mezzo degli stessi meccanismi nervosi, meno che l'imbuto, invece di allungarsi, si ricurva indietro per azione del ganglio pedale. Contemporaneamente al movimento di fuga si ha emissione di nero (per azione del nervo viscerale sulla vescichetta del nero) oppure no. L'emissione del nero ha luogo sicuramente per uno stimolo, che traversa il mezzo della branca della commissura posteriore un pò più in alto del punto d'ingresso del Pedunculus optici. Difatti, stimolando in questo punto, si ha costantemente una emissione di nero. Come poi bene si sa, esiste una perfetta coordinazione fra movimento di natazione, azione cromatoforica ed emissione di nero.

E giacchè qui mi si presenta il destro, voglio tenere parola di alcune osservazioni da me compiute sulla emissione del nero da parte della seppia in determinate circostanze sperimentali.

Ho osservato spesso, non però sempre, che quando la seppia va in un piccolo bacino emette immediatamente il nero, mentre in un bacino grande non ne emette quasi mai. E' indubbiamente una specie

di ragionamento che va facendo, perchè vede, che emettendo il nero nel bacino grande non riuscirebbe a renderlo opaco e quindi non potrebbe salvarsi e nascondersi. Quando sono messe molte seppie insieme in un bacino, allora emettono tutte contemporaneamente il nero.

Quando la seppia vede, che il movimento di fuga avanti o indietro non basta per sfuggire allo stimolo, allora emette subito il nero in maggiore o minore quantità. Il nero viene emesso con forza, perchè unito all'acqua di espirazione, solo quando l'imbuto è completamente allungato od esteso verso l'avanti.

Quando ha finito di emettere completamente il nero, emette costantemente, avendo finita la riserva, un liquido mucoso di aspetto biancastro e che si vede nuotante alla superficie del bacino, dove è l'animale. In una vasca dove erano delle seppie ho messo durante la notte degli esemplari di *Pyrosoma*: appena hanno cominciato ad emettere quella luce caratteristica, le seppie hanno emesso una enorme quantità di nero, tanto che l'acqua della vasca si è completamente oscurata, le seppie non si vedevano più.

Le seppie quando sono per morire, emettono una grande quantità di muco, sia dalla borsa del nero unito a questo, come anche per desquamazione dei tessuti superficiali: tutto questo muco si vede natante alla superficie del bacino. La seppia è capace di emettere il nero, anche che sia vicina a morire; difatti delle seppie, avvelenate con  $\text{CO}_2$  e già morenti, portate in un nuovo bacino emettevano subito del nero. Basta quindi, che si trovino in un nuovo ambiente, perchè questo riflesso abbia luogo subito.

#### *Azione cromatoforica.*

In parte abbiamo partitamente accennato a questa funzione parlando dei vari gangli; qui bisogna riassumere i risultati ottenuti.

Il taglio o lo stimolo elettrico omolaterale o bilaterale dei seguenti gangli hanno sempre azione (con tutti questi gangli e con tutti i tronchi nervosi e fibre nervose che da questi partono si ottiene sempre costantemente, col taglio un colorito bianco e collo stimolo un colorito bruno) sopra i cromatofori di un lato o ambedue i lati della seppia: [esiste una sola eccezione a questa regola (il riflesso di Klemensiewicz) e di ciò ne parleremo appresso.]

1. Ganglio brachiale (braccia).
2. Ganglio pedale (braccia, capo, imbuto).
3. Ganglio viscerale (mantello, imbuto).

Non si ottiene effetto alcuno sui cromatofori andando ad eccitare o ledere il ganglio boccale o parte anche della regione basale. Tutti i nervi, che soprassedono alla azione dei cromatofori, passano per la commissura posteriore, specialmente sulla sua superficie più esterna. Tagliando una commissura si ha un colorito bianco della metà dell'animale, tagliandone due, di tutto interamente. Stimolandone una sola metà diviene di un colore brunastro, mentre, portando lo stimolo su ambedue i lati, questo colore si ottiene sull'intera superficie del corpo. Klemensiewicz aveva osservato per il primo (da lui prese il nome di „Riflesso di Klemensiewicz“) che lesionando il tronco della commissura posteriore, ovvero il pavimento dei due ultimi gangli centrali si ha sempre un colorito bruno dalla parte omonima o da ambedue i lati. v. Uexküll ottenne gli stessi risultati: da parte mia però posso dire, che si ha con queste lesioni sempre una azione omolaterale e debolissima dal lato opposto, se realmente si è leso omolateralmente. Tagliando una commissura posteriore, al disotto del punto di ingresso del peduncolo, la metà del corpo diventa bianca per sempre, mentre la metà normale, stimolando i gangli basali, risponde sempre divenendo bruna. Ciò che significa, che le due metà comunicano fra di loro per mezzo di fibre commessurali, che passano pel ganglio viscerale (che presiede come abbiamo visto alla innervazione del mantello). E in ciò concordo perfettamente con v. Uexküll. Il riflesso di Klemensiewicz si ottiene anche dal Ganglion peduncoli. I gangli ottici poi e le fibre del nervo ottico hanno anche una azione cromatoforica, e di ciò ce ne siamo già molto partitamente occupati, quando abbiamo studiato queste parti.

Dunque concludendo, il centro nervoso, che presiede al movimento dei cromatofori, giace indubbiamente nei gangli basali: difatti lo stimolo di queste parti, o con l'elettricità o meccanicamente, fa assumere un aspetto brunastro all'animale; la distruzione invece produce prima un effetto tale che gli animali divengono bruni, però per breve tempo, perchè assumono quasi subito un aspetto biancastro. Le fibre cromato-

foriche, traverso le commissure posteriori, vanno poi ai gangli sottoesofagei. E in ciò vengono completati gli esperimenti di Phisalix e di v. Uexküll. — Phisalix aveva visto inoltre, che lo stimolo o il taglio omolaterale del ganglio pedale aveva azione sui cromatofori del lato opposto. Io però ho potuto dimostrare, che contemporaneamente si ha una leggiera azione anche su quelli dello stesso lato. Si tratterebbe insomma della presenza non solo di fibre crociate come riteneva Phisalix, ma anche di fibre dirette. Questa stessa azione io ho potuto indubbiamente dimostrare anche nel ganglio viscerale, la cui eccitazione (o lesione) porta con sè un effetto non solo controlaterale ma anche omolaterale. Dunque indubbiamente, le fibre nervose, che presiedono al movimento dei cromatofori, subiscono un incrociamiento nel ganglio pedale e nel ganglio viscerale. Ai centri cerebrali (ganglio cerebrale) si deve ascrivere una funzione, in base alle esperienze che io ho potuto eseguire sopra il movimento dei cromatofori, non solo inibitoria come riteneva Phisalix, ma anche dinamogena. Questo autore sostenne, che la porzione gangliare sopraesofagea (massa cerebrale sicuramente) aveva dei centri inibitori, perchè quel riflesso caratteristico che hanno i cefalopodi, diventando più o meno bianchi, viene a sparire, o almeno è molto ostacolato, quando siano stati asportati questi centri. Asportandone solo una metà vide, che il riflesso rimaneva da ambedue i lati. Io per mezzo della eccitazione elettrica (facilmente quindi dosabile), stimolando contemporaneamente con due elettrodi da un lato le tre masse gangliari cerebrali e dall'altro lato o il ganglio brachiale, o il pedale, o il viscerale, o l'ottico, ho potuto nettamente dimostrare una azione dinamogena o inibitoria di quelle su questi. Il riflesso cromatoforico insomma può essere facilitato ovvero abolito completamente dall'azione spiegata dai gangli cerebrali sopra i vari gangli, che presiedono appunto al movimento dei cromatofori. L'azione dei gangli cerebrali si spiega costantemente bilateralmente, sia che vengano stimolati da uno o due lati; naturalmente l'effetto è sempre maggiore controlateralmente che omolateralmente, per azione appunto delle fibre crociate e dirette delle quali sopra abbiamo parlato. Anche per questo fatto quindi noi dobbiamo ascrivere alla massa gangliare cerebrale una evoluzione, uno sviluppo molto



più grande che non a tutti gli altri gangli, che compongono e costituiscono il sistema nervoso centrale dei cefalopodi. Per quanto riguarda la *secrezione delle glandole della pelle*, nella seppia non si riesce assolutamente ad avvertire col nostro odorato nessuno speciale odore, come per esempio costantemente si percepisce (odore di muschio) nella Eledone. v. Uexküll stabilì nella metà superiore del III ganglio centrale un centro per le glandole della pelle: stimolando questo aveva costantemente una forte secrezione da parte di queste glandole e si percepiva contemporaneamente uno spiccato odore di muschio. Nella Eledone poi basta stimolarla, sia meccanicamente o con mezzi chimici (provali con acido acetico 10%), perchè si abbia una abbondante secrezione da parte di queste glandole della pelle. Riguardo al significato biologico di questo secreto, può essere ritenuto sicuramente come un mezzo di difesa. L'Eledone non può disporre, come la seppia, di una forte secrezione di nero, che possa nasconderla agli occhi dei suoi nemici, ed ha quindi questa secrezione caratteristica della pelle. Secondo me poi tale secrezione dovrebbe molto aumentare anche all'epoca della fregola.

#### *Meccanismo olfattorio.*

Secondo Jatta il nervo olfattorio trae la sua origine dal I ganglio cerebrale, si porta alla periferia staccandosi nelle vicinanze del ganglio cromatoforico del Tractus opticus e nei Decapodi (Sepia, Loligo) si porta all'organo periferico del senso olfattorio situato nel mezzo di una linea che parte dall'angolo posteriore dell'occhio e va all'apertura dell'imbuto. Fissando una seppia nel solito apparecchio di contenzione ho potuto fare delle ricerche sulla sua capacità olfattoria, e l'ho trovata molto sviluppata. Difatti basta avvicinare in questo „punto olfattorio“ un acido (acetico) eteri, (solforico, acetico) essenze, (garofano, origano, bergamotto) della eumarina, perchè la seppia risponda subito con un movimento più o meno energico di espirazione e cerchi così di allontanare lo stimolo.

#### *Contributi alla fisiologia dei riflessi.*

1. *Riflessi tattili.* Uno stimolo tattile portato sopra una parte qualunque del corpo di un cefalopodo esplica sempre, per riflesso, una azione motoria da parte dell'animale. Questa azione però varia

a seconda della regione del corpo, dove si fa lo stimolo e a seconda anche della forza di questo. Nella seppia ho potuto fare delle ricerche molto lunghe sopra questi riflessi tattili: è un animale che si presta molto bene perchè può essere fissato ed immobilizzato completamente a mezzo di un apparecchio, che fissa (Fig. 3) appunto la parte solida dell'animale, il Sepium, nella sua parte anteriore e posteriore. Come stimolo meccanico mi sono servito sempre, per produrlo, di quelle bacchettine di vetro perfettamente calibrate e che già molto bene mi servirono in altri lavori, da me compiuti. Lo stimolo di un occhio porta sempre costantemente con sè la chiusura di quella membrana palpebrale che serve appunto a richiudere l'occhio. Se lo stimolo è stato molto forte (al disopra di 1—2 gr. di pressione) allora, contemporaneamente alla testa, i piedi si rivolgono verso il punto stimolato e tentano di prendere la bacchettina, che produce lo stimolo. Talvolta però risponde l'animale con un movimento fortissimo di espirazione, con fuoruscita o no di nero. Per quanto riguarda la sensibilità tattile del mantello, questa è molto più squisita nella regione inferiore che nella superiore. Ciò si spiega col fatto, che inferiormente (oltre che cogli occhi) debbono riconoscere molto bene la natura del fondo, sopra il quale debbono andare a posarsi. Del mantello poi, oltre che la regione inferiore, una parte sensibilissima sono le ali laterali che servono per il nuoto, e queste lo sono di più nella regione inferiore che nella superiore. Stimolato un braccio nelle varie parti della regione dorsale dalla sua base alla periferia, se lo stimolo è leggero (pressione da gr. 0,50 sino a gr. 0,75-gr. 1), allora un solo braccio tenta di prendere la bacchettina che fa lo stimolo. Se invece è più forte, allora 2 o più braccia si rivolgono verso il punto stimolato. Dalla pellicola cinematografica che ho riprodotto dell'*Octopus*, si vede bene, che dopo lo stimolo meccanico tiene sempre un braccio sollevato per cercare di afferrare la bacchetta, con la quale si andava stimolando. [Tav. V. F (1—30).]

Mai ho potuto vedere, per quanto forti fossero stati gli stimoli meccanici, un allungamento dei 2 piedi prensili nella seppia. Ma ciò è naturale, perchè sono appunto questi due piedi unicamente, che servono per la presa degli animali che occorrono al nutrimento; la loro costituzione anatomica è fatta appunto per ciò, e non per andare ad

allontanare dal corpo uno stimolo più o meno molesto. Uno stimolo leggerissimo (0,10 gr, 0,20 gr, 0,30 gr) portato sopra una ventosa (questa ricerca oltre che nella seppia l'ho eseguita anche nell'*Octopus* e nell'*Eledone*, specialmente sopra le braccia separate dall'organismo) ha per effetto di farla completamente espandere ed allontanare dallo stimolo. Mentre invece uno stimolo molto più forte, superiore alla pressione in media di 0,30 gr ha per effetto di far completamente chiudere la ventosa, che viene così ad abbracciare e a tener fermo l'agente stimolante. Sarebbe questo un argomento molto interessante da studiare a fondo e vedere come si comportano queste ventose con stimoli elettrici leggeri e forti del nervo brachiale e rendersi così ragione di questi fenomeni di Tono, Inibizione, e Dinamogenia.

*Riflessi per la luce.* Indubbiamente gli occhi nei cefalopodi hanno una grande importanza, ne consegue quindi che i riflessi, che derivano dal senso della vista, sono di natura molto complessa. Appena vedano uno stimolo qualunque, tutti i cefalopodi vanno mano mano allontanandosi da questo con un atto espiratorio: contemporaneamente entrano in giuoco tutti i cromatofori. Talvolta gli ottopodi tentano di prendere colle loro braccia (specialmente l'*Octopus*) ad esempio una bacchetta, con la quale vanno ad essere stimolati. Spesso poi ho osservato nelle *Eledoni*, quando sono specialmente quasi a fior d'acqua, che emettono dall'imbuto una certa quantità di acqua, come con ciò potessero allontanare lo stimolo. Talvolta però, specialmente se questo si prolunga per un certo tempo, si ha costantemente emissione di nero e movimento di fuga. Però ho osservato che i decapodi (*Sepia* e *Loligo*) emettono nero e fanno movimenti di fuga con molta maggiore facilità degli ottopodi. Forse dipende ciò dal fatto, che le braccia dei decapodi non sono quello apparecchio grande di difesa (perchè quasi atrofiche) come lo sono invece negli ottopodi e fra questi specialmente negli *Octopus*, dove le braccia assumono anche dimensioni grandi. I decapodi quindi debbono cercare nella fuga e nel rendersi invisibili la loro salvezza contro ogni stimolo e contro i loro nemici. Un rischiaramento troppo forte di una parte del bacino fa sì, che gli ottopodi vadano a nascondersi nella parte più scura di questo (l'*Octopus* si nasconde anche in quella specie di nidi che si va facendo con le pietre)

e che la seppia si immerga subito nella sabbia. E' per azione dei cromatofori, che i cefalopodi in via riflessa (occhi) presentano il fenomeno del *mimetismo*, assumendo cioè lo stesso colore del mezzo ambiente. E ciò serve loro come un grande mezzo di difesa, perchè passano così completamente mascherati ai loro nemici. Mi sono occupato anche di vedere, come si comportasse una seppia, quando veniva completamente accecata con un ferro rovente passato nell'occhio (ossia veniva così ad aversi la soppressione dell'organo adatto allo stimolo visivo-luminoso). Appena venga fatto l'accecamiento, perde immediatamente quel colorito grigio caratteristico proprio di questi animali, ed anche quando venga stimolata, anche molto fortemente, con stimoli meccanici, non lo riacquista nemmeno, diventa un poco grigia, ma il colorito normale non lo riacquista mai più. Il colorito di queste seppie accecate varia però a seconda delle qualità del fondo sopra il quale riposano (la Sepia diviene grigiastrea, quando va a posarsi sopra un fondo sabbioso, di colore biancastro sopra un fondo liscio, di marmo di Carrara). Quando va nuotando per il bacino assume un colorito grigio giallastro, che non è però quello normale. Dunque non solo gli occhi (senso visivo), ma, sino ad un dato punto, anche il mantello (senso tattile), può avere la sua grande influenza sopra i cromatofori, e, nel caso manchi, come nel nostro esperimento, lo stimolo visivo, lo stimolo tattile che parte dal mantello, specialmente dalla sua regione ventrale, può soppiantarsi, se non del tutto, almeno in parte, allo stimolo visivo. Lo stimolo tattile è indubbiamente un complemento necessario dello stimolo visivo. Esperienze analoghe, in corso di pubblicazione, ho eseguito anche su alcuni pesci (*Rhombus*) e confermano questi fatti. —

Una seppia che abbia subito l'accecamiento, quasi sempre innalza sulla regione cefalica e dorsale quelle caratteristiche pliche cutanee, proprie di questi animali [forse per incutere timore e terrore (Fig. 38)] e contemporaneamente quasi sempre erige in alto e indietro (non continuamente e solo di quando in quando, non però a periodi fissi, e forse per stimoli) le due braccia superiori [forse anche fa ciò per incutere timore, oppure perchè la bocca (senso gustativo) sia il più presto possibile impressionata dai vari stimoli (Fig. 10) gustativi e olfattori (senso chimico)]. Quando la seppia è immersa nella sabbia, raramente questi

due piedi stanno elevati, ma rimangono quasi sempre ritirati. Forse li tengono estesi fuori della sabbia, quando vi stanno dentro, per incutere timore, oppure stanno così, perchè servono come antenne tattili per i

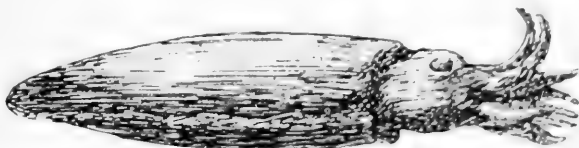


Fig. 10.

possibili ostacoli, che può incontrare l'animale. Quasi sempre però l'animale tiene tutte le braccia ritirate in posizione normale e talvolta le ritira completamente appena a contatto colla sabbia. Rimane ora a parlare dei

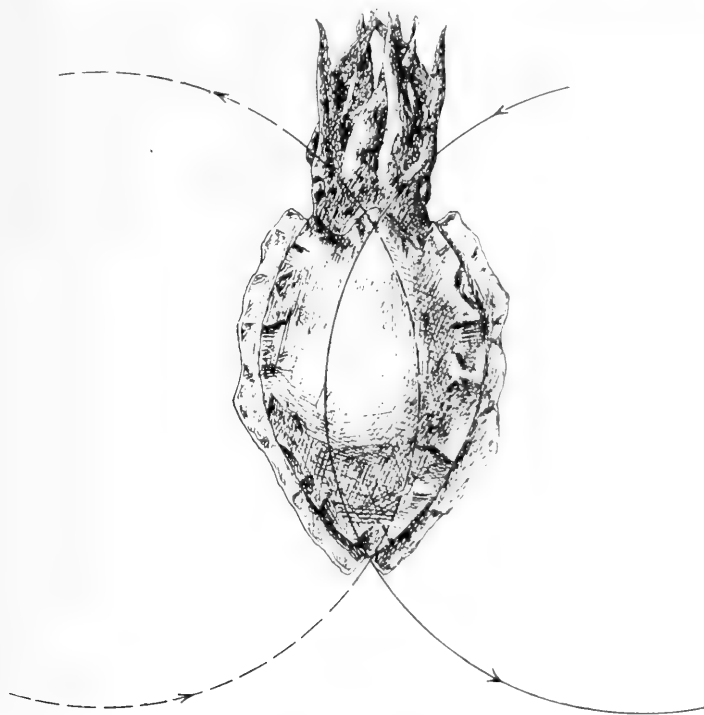


Fig. 11.

fenomeni motori presentati dalle varie seppie operate di accecamento. Molto spesso, per mascherarsi meglio (oltre che ricoprirsi di sabbia, nel caso questa vi sia, sul fondo del bacino), vanno sul fondo, dove va

l'acqua di mare mista ad aria, ed assumendo contemporaneamente un colorito grigio chiaro, possono certamente sfuggire molto meglio alla vista; rimangono lì completamente ferme per un tempo più o meno lungo. Quasi sempre però le seppie accecate vanno invece nuotando in tutti i sensi per il bacino, il quale nuoto avviene normalmente per azione contemporaneamente della respirazione e del movimento delle ali; le braccia rimangono in posizione normale, oppure possono rimanere un pò abbassate, oppure le due superiori sono erette e rivolte indietro. Con molta facilità però si osservano dei movimenti di maneggio in

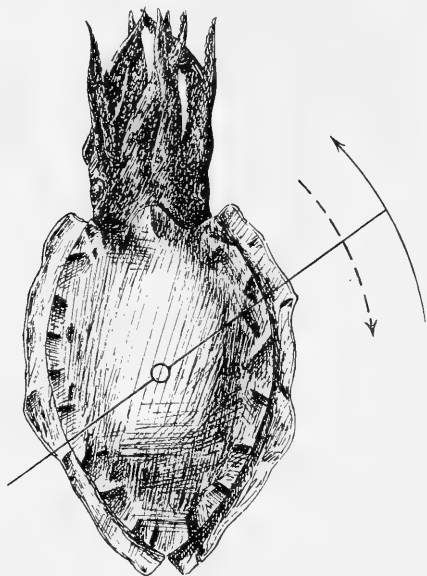


Fig. 12.

ambedue i sensi (destra e sinistra) sia verso il polo posteriore come verso il polo anteriore (braccia). (Fig. 11.) Avanzano in tutti i sensi (dal senso trasverso all'orizzontale). Avvengono anche dei movimenti di rotazione in senso orizzontale da ambedue i lati (Fig. 12). Questi movimenti anormali dipendono, secondo me, dalla mancanza dello stimolo ottico, ma anche da un anormale stimolo, che sicuramente va alle statoliti. Sia nei movimenti normali come in quelli anormali i piediprensili stanno completamente ritirati. In genere poi si può dire,

che una Sepia, quando sia stata accecata, sta poco tempo al fondo del bacino, ma rimane invece quasi sempre alla superficie (anche questo è un segno delle poco buone condizioni, nelle quali si trova l'animale, al quale sia stato abolito il senso della vista). Ho eseguito l'acceca-mento anche in Eledone ed Octopus: i risultati ottenuti con questi animali confermano quelli ottenuti in Sepia e ne riferirò minutamente in altro lavoro.

Da quanto sopra ho detto, si conclude dunque, come la vista nei cefalopodi abbia un valore ed una importanza grandissimi. E non si comprende, come il Baglioni voglia assegnare a questi animali

appunto non un (1911 p. 216) „weiten Gesichtskreis“, idea questa che deve essere assolutamente rigettata.

Basta pensare all'enorme sviluppo dei gangli ottici rispetto agli altri che compongono il sistema nervoso centrale, alla grandezza degli occhi veramente molto pronunciata ed infine alla biologia (etologia) dei cefalopodi per convincersi della erroneità di questo asserto. Inoltre, a prescindere da ciò, abbiamo le fondamentali ricerche di Hess sopra la retina e l'accomodazione nell'occhio dei cefalopodi, le quali ci insegnano appunto che questi animali (comunicazione epistolare) „ein ausserordentlich *grosses* Gesichtsfeld haben (wohl grösser als das unsrige), was ja auch wegen des Vor- und Rückwärtsschwimmens nötig ist.“

### *Riflesso chimico.*

Sinora nulla si sa a proposito di questo riflesso nei cefalopodi. Io ho istituito qualche ricerca in proposito sopra alcune Eledoni, che osservai per un lunghissimo periodo di tempo in un bacino. Due di queste rimanevano sempre fisse per i loro tentacoli nello stesso punto, anche per 3—4 settimane. Dopo avere data la caccia a qualche Carcinus, che era nel bacino, ed essersene cibate, ritornavano sempre nella stessa regione. Dopo due mesi che erano lì, le accecai con un ferro rovente, ebbero ritornavano sempre nello stesso punto. Appena però ripulii fortemente con una spugna queste parti del bacino, dove andavano continuamente a posarsi le Eledoni queste non vi ritornavano più. Dunque era indubbiamente il senso chimico, uno speciale odore (nel nostro caso quasi sicuramente di muschio), che guidava queste Eledoni a ritornare sempre nello stesso punto, anche dopo essere state accecate. Nella seppia non ho potuto stabilire nulla di preciso a proposito di questo riflesso chimico, quantunque moltissimi siano stati i tentativi da me fatti su questi animali per poter giungere a qualche conclusione.

### *Movimento dei cromatofori.*

Come abbiamo visto parlando della funzionalità dei vari gangli e dei vari nervi della seppia, si può dire che nella Seppia non vi sia eccitazione, che non sia accompagnata da un cambiamento di colore dell'animale, dovuto appunto alla funzione dei cromatofori. Il Santovanni

fu il primo che scoprì il meccanismo della contrazione ed espansione dei cromatofori nei cefalopodi. Alcune volte la seppia diventa completamente nera, altre volte più o meno bianca ed infine molto spesso si hanno quei repentini cambiamenti di colore dal bianco-grigiastro al grigio molto intenso da costituire una vera e propria „dansa dei cromatofori“. Io ho avuto occasione di istituire delle ricerche molto estese sopra questo riflesso cromatoforico, con i vari stimoli, nella seppia. Siccome però sono di natura nettamente psicologica e quindi si allontanano dalla natura di questo lavoro, così ne farò argomento di altro studio. Dalla risposta cromatoforica ho potuto nettamente stabilire lo „stato psicologico“ dell'animale. Mi basti qui notare che la funzione dei cromatofori nelle seppie è una delle più importanti che ci presentino questi animali. Nelle seppie i cromatofori hanno una funzione importantissima e servono enormemente per il mimetismo o adattamento all'ambiente: ho osservato costantemente nei bacini dell' Aquarium, che quegli esemplari che riposavano sopra il fondo colla sabbia avevano un colore grigiastro come questa, mentre alcuni che erano sul fondo bianco di marmo di Carrara erano quasi completamente bianchi.

#### *Fisiologia del movimento nei cefalopodi.*

Una lunga serie di osservazioni fatte sia negli ottopodi (Octopus ed Eledone) come anche nei decapodi (Sepia e Loligo) mi ha permesso di fare uno studio completo sul movimento di questi animali. Questo studio è stato potuto completare nell'Octopus avendo un film cinematografico dovuto alla cortesia del Signor F. Alberini, e che appunto ci fa vedere e ci permette di analizzare se non tutti, almeno una parte dei movimenti di questo animale con questo prezioso ausilio. (Tav. IV e V.)

#### *Movimento dell'Octopus.*

L'aver ottenuto delle buone pellicole cinematografiche per studiare i movimenti dell'Octopus, cosa che è stato impossibile ottenere col Loligo, perchè troppo trasparente e colla seppia, perchè troppo nera, faciliterà appunto molto il compito nostro. Per andare partitamente, noi dobbiamo distinguere e studiare innanzi tutto la posizione di riposo che assume l'Octopus nel bacino e poi studiare il movimento vero e proprio che è capace di compiere.



I. *Posizione di riposo.* Nello studio dei films cinematografici, che riguardano appunto questa posizione, si possono anche vedere molto bene i cambiamenti che subisce il mantello nelle varie fasi dell'atto respiratorio, insomma le sue espansioni e le sue contrazioni.

Per lasciar meglio seguire dall'osservatore il succedersi delle immagini nelle varie serie (lettera maiuscola dell'alfabeto) cinematografiche, ho distinto l'inizio di ognuna di queste con una stella (☆), il proseguimento con una freccia (▼) e la fine con una piccola croce (+). Così riesce molto più chiara la spiegazione che faccio nel testo dei singoli movimenti osservati.

A (1-15). Dal lato dorsale si vede l'Octopus, completamente quasi disteso coi suoi tentacoli sul fondo del bacino.

B (1-15). Si osserva di lato l'Octopus, mentre è coi tentacoli completamente distesi in avanti. Si nota bene anche il sollevamento e l'abbassamento ritmico del sacco palmale, causa dei movimenti respiratori. In questa posizione gli arti possono anche compiere dei movimenti estendendosi e ritraendosi, come appare bene dalle figure.

C (1-20). Gli arti sono tutti completamente ritirati e l'Octopus vi riposa sopra elevandosi leggermente sopra di questi (forma leggermente sollevata di riposo). Stando appunto l'Octopus di profilo, si vedono anche molto bene tutte le fasi respiratorie del mantello.

D (1-21). Gli arti sono tutti completamente ritirati e l'Octopus vi riposa sopra, ma sta molto più sollevato che non in C (forma elevata di riposo). Si osservano anche qui bene le variazioni di forma del mantello durante le varie fasi respiratorie. In ambedue queste posizioni si nota, che i tentacoli vanno muovendosi, leggermente compiendo dei movimenti sotto forma di S o anche di 8. Spesso, stando fermo contro un angolo del bacino, o nascosto fra le pietre, mentre col mantello va compiendo i movimenti respiratori, tiene i tentacoli in continuo movimento ad S e ad 8. Questo continuo movimento dura talvolta anche mezz'ora, un'ora ed è stato da me osservato nei grandi bacini dell' Aquarium in Octopus molto grandi fino ad un'ora e mezzo. Si avvera ciò specialmente durante l'epoca degli amori di questi animali.

## II. *Movimento dell'Octopus.*

Questo può essere eseguito:

1. A mezzo dei tentacoli servendosi di questi come di veri e propri arti:

E (1—37). L'Octopus dalla posizione completa di riposo, comincia a sollevare il mantello, e contemporaneamente cogli arti va compiendo un movimento di retropulsione molto manifesto. Ognuno degli arti, per mezzo delle ventose, si attacca alle varie parti del bacino e così può essere eseguito il cammino. Il movimento coi tentacoli avviene per mezzo delle ventose che si attaccano alle varie regioni, ove vuole diri-

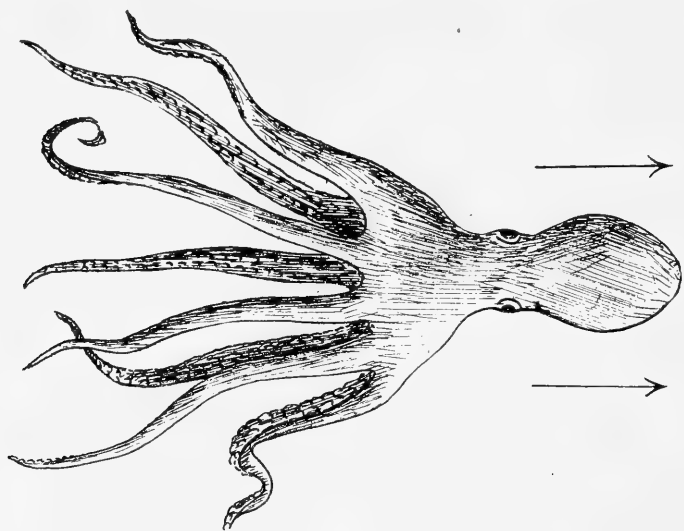


Fig. 13.

Octopus visto dalla faccia superiore mentre sta iniziando un movimento di retropulsione (indicato dalle frecce). Le braccia si vanno riunendo per scacciare l'acqua che è nell'ombrellino.

gersi l'Octopus. Delle braccia possono attaccarsi le diverse parti di queste, dalla periferia al centro. E il movimento di progressione in avanti si avvera appunto coll'attaccarsi e il rilasciarsi contemporaneo che fanno le varie ventose, le quali vengono poi portate in tutti i sensi per mezzo dello allungamento o dell'accorciamento delle braccia.

F (1—30). L'Octopus viene stimolato con una bacchettina di vetro; si erige subito su 4 tentacoli, mentre cogli altri 4, aperti a forma di ombrello, va contro lo stimolo come per aggredirlo. Ritirato lo stimolo, va mano mano abbassandosi sui 4 tentacoli, sopra i quali

riposava, ritira completamente gli altri 4. Però, anche quando è rimasto completamente abbassato, un tentacolo rimane sempre semi-sollevato per essere sempre pronto ad afferrare uno stimolo qualunque che si porti sull'animale.

2. Vi sono poi altre forme di movimento che compie l'Octopus. Innanzi tutto dobbiamo parlare del movimento di fuga che eseguisce (Fig. 13 e Fig. 14) l'animale e che si compie specialmente per mezzo di una forte espirazione di acqua fatta dall'imbuto. Contemporaneamente si contraggono fra di loro anche gli otto piedi e lanciano anche questi un pò d'acqua. La risultante di questi due movimenti (ma specialmente l'effetto

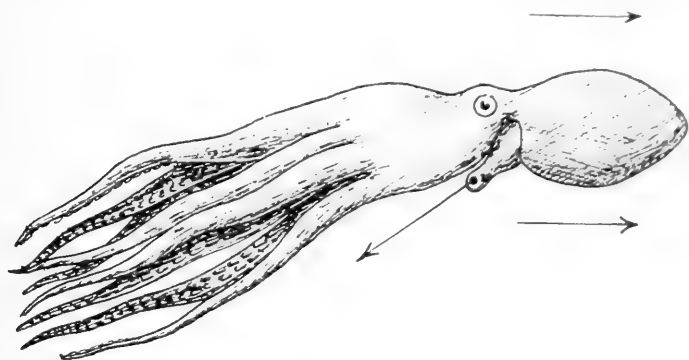


Fig. 14.

Octopus visto di lato mentre va compiendo un movimento di retro-pulsione. — La freccia aderente all'imbuto indica la direzione d'uscita dell'acqua da questo e le altre due frecce, situate all'esterno dell'Octopus, la direzione del movimento.

del primo e quasi per nulla quello del secondo) è un movimento di retropulsione. Questo movimento è più o meno forte a seconda della maggiore o minore quantità di acqua, che viene cacciata dal sifone. C'è poi quel movimento caratteristico, che compie l'animale, quando deve prendere la preda (un *Carcinus* che gli si metta davanti). (Fig. 15). Allora allarga completamente tutto l'ombrello cogli otto piedi come per abbracciare la preda e contemporaneamente, tenendo rivolto indietro il sifone, e cacciando acqua da questo, può fare un movimento in avanti. Una fase di questo movimento si vede bene anche nel film cinematografico, dove l'Octopus, (Tav. V. F) tenta di aggredire la bacchetta, con la quale si stimolava.

Qualche volta però l'Octopus, sia dietro uno stimolo, come anche spontaneamente (più di rado) è capace di divaricare comple-

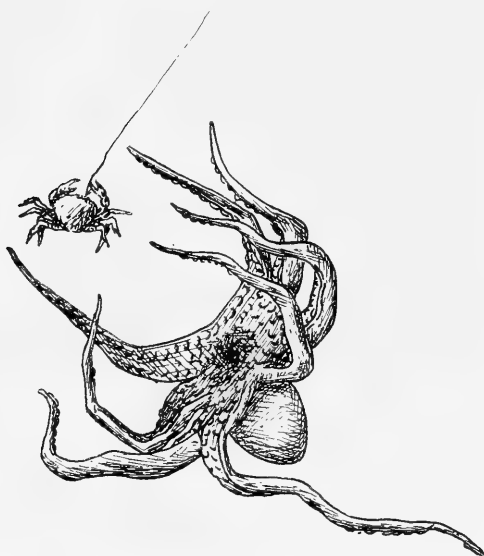


Fig. 15 sec. Mercuriano. Da: Guida per l'Aquario della Stazione Zoologica di Napoli. V Edizione. Napoli 1905. (Copertina.)

tamente gli otto piedi, ma solamente per compiere un movimento di progressione in avanti, perchè contemporaneamente fa uscire l'acqua dall'imbuto, che viene ripiegato indietro. (Fig. 16.)

Oltre il ritenere questa posizione speciale che assume l'Octopus per un vero e proprio movimento di progressione si potrebbe pensare a che voglia incutere spavento (sia ad altri Octopus che sono nel bacino come anche a chi vada a stimolarlo) aumentando la propria superficie col divaricamento più o meno grande delle otto braccia. Questo fatto si riscontra anche in altri animali marini (ad es. Trigla, Dactylopterus, i quali pesci come è stato già notato da molti osservatori ed anche da me allargano le pinne pettorali, appena vengano stimolati).

E' fuori dubbio quindi che l'Octopus può divaricare le proprie braccia, pure senza che vi sia preda (crostacei) da aggredire.

E' caratteristico assai il modo, come gli ottopodi in un secondo tempo assaliscono un Carcinus che venga lasciato cadere nel bacino. Dopo avere aperto ad ombrello, in modo molto più ampio di quello ora descritto e figurato, gli otto piedi ed abbracciato così nell'interno il piccolo Carcinus, appena è entrato nell'ombrello lo chiudono poi ermeticamente, in modo che ne risulta una forma molto caratteristica di due imbutoi cioè che sono a contatto coi loro margini. (Fig. 17.)

Dopo che l'hanno avvelenato e succhiato completamente, allora riaprono i piedi e lasciano cadere sul fondo il carapace del crostaceo.

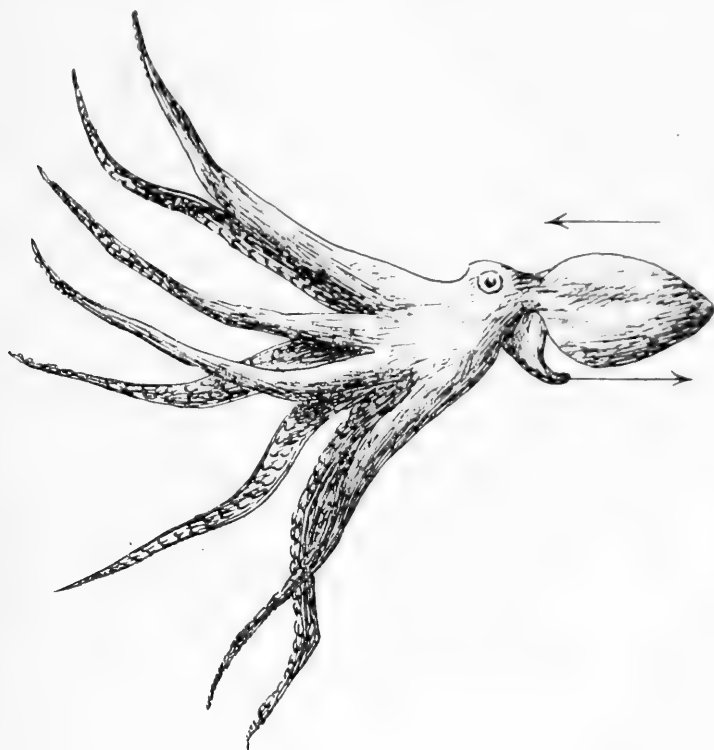


Fig. 16.

Posizione che assume l'Octopus per compiere un movimento in avanti (direzione della freccia all'esterno dell'animale): contemporaneamente fuoriesce acqua dall'imbuto (direzione della freccia) ripiegato indietro.

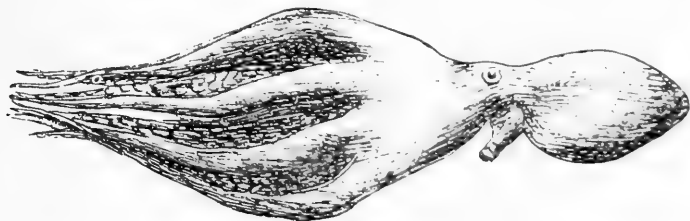


Fig. 17.

Allorchè si vada con un mezzo qualunque a stimolare una *Eleuthero*, che sta attaccata ad una parete di un bacino mantenendosi a fior d'acqua, emette subito dall'imbuto una certa quantità di acqua.

che raggiunge un'altezza di 10—20 cm e ciò esegue sicuramente per allontanare l'agente stimolante (lo stesso fanno anche gli *Octopus*).

Ho accennato sopra che una *Eledone* è capace di rimanere molti giorni sempre nello stesso punto del bacino, ed anche quando venga cacciata, ritorna sempre nello stesso punto. Ne ho visto una, la quale rimase sempre ferma nello stesso punto per 8 giorni e non sarebbe andata via, se non l'avessi staccata a viva forza. Si deve poi contemporaneamente notare che nel bacino vi erano molti esemplari di *Carcinus*, che poteva divorare.

Ho avuto l'opportunità di seguire un'altra *Eledone* che è rimasta sempre allo stesso punto in un angolo del bacino per tutto il mese di Gennaio 1908, cambiava di posto, spontandosi di quando in quando solo di qualche centimetro. Se le *Eledoni* non sono affamate, non toccano affatto i *Carcinus*. Andando a posare qualcuno di questi *Carcinus* sopra qualche *Eledone*, questi spesso con le chele attaccano qualche braccio dell'ottopodo. Ebbene l'*Eledone* rimane completamente ferma, quantunque possa anche aggredirlo e, se non mangiarlo, per lo meno avvelenarlo e lasciarlo poi lì sul fondo del bacino. Qualche volta le *Eledoni* per trarre in inganno un *Carcinus*, che sta nascosto fra le pietre dell'*Aquarium* mandano avanti e distendono completamente uno dei piedi e lo tengono disteso, muovendolo anche qualche volta (forse per fargli assumere l'aspetto di un verme) affinchè vedendolo il *Carcinus*, come spesso accade, cerchi di andarlo ad addentare. Allora salta fuori con tutti i piedi, lo attacca e lo avvelena subito. Quando l'*Eledone* sta divorando o avvelenando un *Carcinus*, prende subito un aspetto grigio-bruno caratteristico, ed allora in questo stato, allorchè si vada a stimolare con stimoli meccanici od ottici, molto raramente, oppure anche mai, va cambiando di colore. E' la fame che va ad abolire ogni altro riflesso.

Questo stesso fatto è stato da me osservato costantemente in esemplari di *Octopus* (*vulgaris* e *macropus*), quando stanno divorando un crostaceo e contemporaneamente vengano ad essere stimolati con uno stimolo qualunque.

Quando hanno adocchiato un *Carcinus*, spesse volte non lo attaccano subito, cogli otto piedi, bensì ci vanno scherzando, lo rincorrono, (i felini fanno lo stesso colla loro preda) e finalmente lo prendono e lo

chiudono nel loro ombrello per avvelenarlo. Ciò non succede sempre ma qualche volta lo fanno questi ottopodi da me osservati.

Gli ottopodi, come è stato già visto sopra, si servono dei loro piedi per camminare e trasportarsi così da un punto all'altro. Sul-

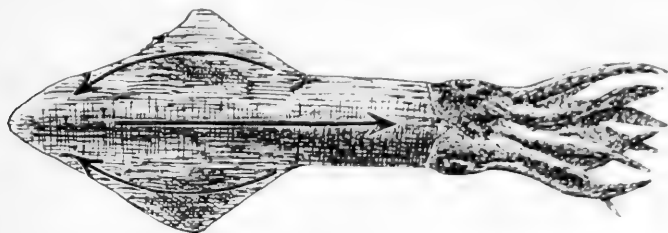


Fig. 18.

Movimento in avanti (A) di Loligo: le due frecce sulle ali dinotano la direzione del movimento di queste e la freccia nella regione superiore quella dell'animale.

l'imbrunire l'Eledone va diventando di colorito bruno per azione dei cromatofori e comincia a muoversi continuamente per l'acquario. Quando attorno ad una Eledone si mettano dei corpi estranei, come conchiglie,

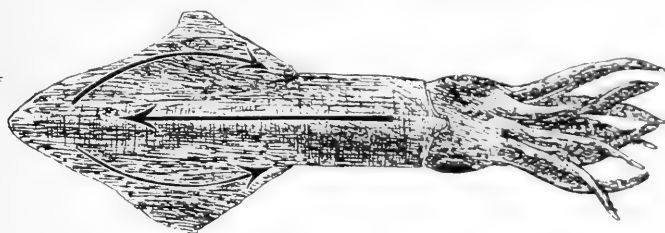


Fig. 19.

Movimento indietro (B) di Loligo: le due frecce sulle ali dinotano la direzione del movimento di queste e la freccia nella regione superiore quella dell'animale.

pezzi di pesce, ecc. questa, mano mano alzandosi ed abbassandosi dal fondo, e contemporaneamente emettendo acqua dall'imbuto se li va allontanando, ciò che sta a dinotarci che gli ottopodi hanno tendenza a rimanere in un ambiente molto pulito e libero da elementi estranei.

#### *Movimento di Loligo vulgaris.*

Bisogna distinguere anche qui i movimenti di nuoto normali dai movimenti di fuga veri e propri.

#### I. Movimenti di nuoto in linea retta.

I movimenti normali vengono sempre compiuti in linea retta nel senso antero-posteriore e viceversa.

A. Per andare in avanti il movimento delle ali procede nel senso dall'avanti all'indietro. (Fig. 18.)

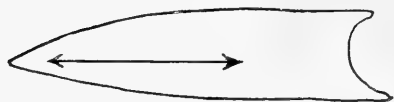


Fig. 20.

Schema (animale in senso longitudinale: manca l'estremo cefalico) indicante la direzione del movimento nelle ali nel senso antero-posteriore e viceversa.

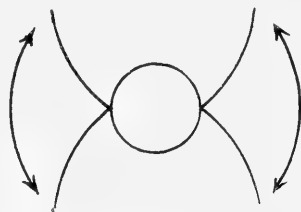


Fig. 21.

Schema (animale in senso trasverso) indicante la direzione del movimento delle ali dall'alto in basso e viceversa.

B. Per andare indietro il movimento delle ali procede nel senso da dietro in avanti. (Fig. 19.)

Sia nell' un caso come nell'altro l'acqua viene spinta dalle ali sempre nel senso inverso a quello, dove si dirige l'animale e ciò naturalmente per facilitare e rendere possibile il nuoto. Le ali nel loro movimento

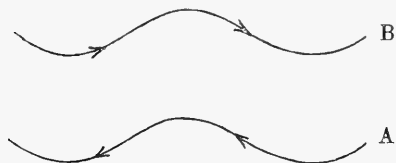


Fig. 22.

Schema che indica il movimento sinusoide compiuto dalle ali nel movimento in avanti (A) o indietro (B) di Loligo.

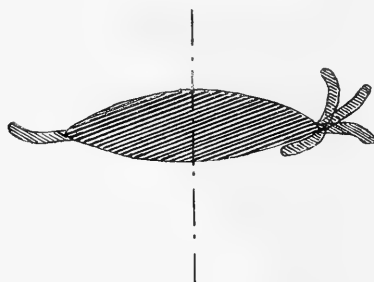


Fig. 23.

Sezione trasversa di Loligo per dimostrare la posizione delle ali nel nuoto. A sinistra l'ala è in posizione di riposo, a destra si notano le diverse posizioni che assume nelle varie fasi del nuoto.

sono animate da due forze, una che va dall'avanti all'indietro (nel movimento A) (Fig. 20) e dall'indietro all'avanti (nel movimento B) e contemporaneamente da un'altra che agisce scambievolmente dall'alto in basso e viceversa (Fig. 21) e che fa accostare le ali più o meno al corpo dell'animale. La risultante di queste due forze è un movimento ad S (una sinusoide) che percorre continuamente le ali di ambedue



i lati (Fig. 22) in senso antero-posteriore nel movimento in avanti (A) e viceversa nel movimento all'indietro (B).

Le ali, come abbiamo visto, sono animate da un movimento dall'alto in basso. (Fig. 23.) In alto si elevano facendo col corpo quasi un angolo di  $90^{\circ}$  ( $80^{\circ}$  —  $85^{\circ}$ ), mentre in basso possono addossarsi più o meno completamente al corpo dell'animale. Naturalmente c'è un tempuscolo, nel quale le due ali rimangono del tutto tese. Ed è sicuro che nel nuoto normale la velocità di questo movimento dipende dalla forza, dalla velocità maggiore o minore, colle quali queste vengono ad essere mosse. Ambedue le ali, nel nuoto rettilineo, si muovono sempre contemporaneamente e coordinatamente da ambedue i lati. In questa maniera si può ottenere un effetto motorio maggiore e molto più proficuo. Sono le ali quelle, che fanno cambiare repentinamente la direzione del movimento agli animali, non solo nel senso antero-posteriore e viceversa, ma anche fanno loro prendere quelle differenti direzioni, delle quali parleremo poi. La caratteristica del cambio dei movimenti nel *Loligo* è quella di avvenire repentino, perchè repentinamente si muovono le ali che danno questo cambio. I piedi, durante il movimento dell'animale, sono sempre continuamente raggruppati fra di loro ed in linea retta, sia che faccia il *Loligo* un movimento in avanti o indietro.

Molto spesso, al pari di quanto si vede nella seppia, i due piedi superiori sono più o meno sollevati sia nei movimenti in avanti, specialmente, ma anche indietro. Sia nell' un caso come nell'altro il sifone è sempre esteso completamente in avanti ed i due piedi si sollevano appunto per lasciar passare più liberamente l'acqua di espirazione. Però in questo caso speciale il nuoto è molto lento, perchè altrimenti, se questo fosse piuttosto forte, i due piedi che si innalzano sarebbero di grave ostacolo al libero movimento. Il nuoto normale si ha, quando i piedi sono completamente raggruppati in avanti, a forma di cono e possono così aiutare il *Loligo* a fendere l'acqua a guisa di un siluro. E questa è la vera forma del *Loligo* colla differenza, che mentre nel siluro l'apparecchio motore è situato posteriormente, nel *Loligo* invece vi sono due apparecchi motori situati lateralmente. Meccanicamente ha maggior valore la forma *Loligo* che la forma siluro, perchè, mentre questo, una volta lanciato, deve sempre percorrere il suo cammino

rettilineo, il Loligo può compiere anche dei movimenti laterali. Questo cono nel movimento normale in avanti rimane sempre assolutamente compatto e così l'acqua si può fendere con molta facilità. Per quanto riguarda la posizione dell'imbuto, si deve notare, che la respirazione non viene mai impedita dai movimenti di natazione, che compie il Loligo. Perchè, nel caso che debba procedere in avanti, l'imbuto si rivolge sempre indietro, e nel caso che debba retrocedere, l'imbuto si estende completamente in avanti. Così anzi i movimenti di espirazione facilitano il movimento dell'animale. Talvolta i Loligo nel loro nuoto compiono un così breve tragitto, oppure muovono così repentinamente le ali, che il movimento in avanti coincide con un atto inspiratorio e il movimento indietro con un atto espiratorio. Ma ciò avviene molto raramente, perchè il Loligo compie sempre lunghi tragitti, durante i quali hanno luogo molti atti respiratori completi. Il Loligo è capace di compiere anche dei movimenti di maneggio da ambedue i lati sia dal lato cefalico come dalla parte posteriore. In questo caso l'ala, verso quella (Fig. 24) parte dove viene compiuto il movimento di ma-



Fig. 24.

Sezione schematica trasversa di Loligo per indicare la posizione delle ali in un movimento di maneggio (verso destra: l'ala di questo lato si addossa al corpo dell'animale, mentre la sinistra è del tutto estesa).

neggio, rimane addossata più o meno al corpo, mentre quella del lato opposto compie un lavoro anche maggiore del normale. Per esempio, per fare un maneggio verso destra, l'ala di destra si appoggia al corpo e quella di sinistra rimane più o meno estesa. Ma, in tutti i movimenti di maneggio, come anche in tutti quegli

altri, che non siano compiuti in perfetta linea retta, hanno una grande importanza i movimenti compensatori del capo.

Questi movimenti si studiano bene i tutti i decapodi e senza che stia a fare delle inutili ripetizioni per la seppia mi intratterrò solamente su quanto si osserva nel Loligo, perchè le osservazioni fatte in questo valgono anche per la seppia. Nel Loligo, data la costituzione del suo capo, molto lungo rispetto a quello della seppia, questi movimenti sono anche molto più manifesti e quindi si osservano molto meglio.

Per bene studiare questi movimenti compensatori bisogna distinguere vari movimenti che vengono compiuti dal Loligo:

A. Movimenti di maneggio da ambedue i lati colla parte anteriore (col capo). (Fig. 25.) Il capo si rivolge costantemente verso il lato opposto, dove avviene il movimento di maneggio.

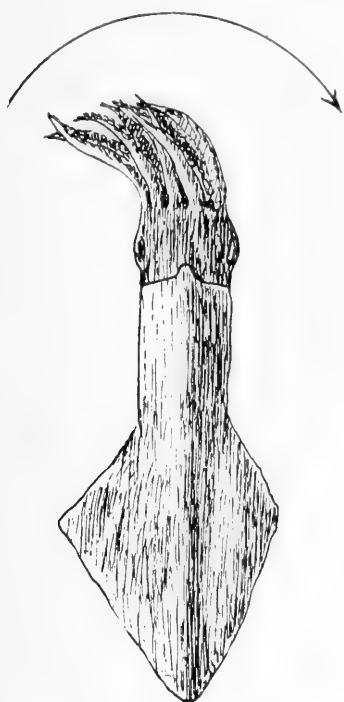


Fig. 25.

Posizione di Loligo, mentre compie un movimento di maneggio verso destra con l'estremo anteriore. Il capo è ripiegato verso sinistra, l'ala di destra è quasi addossata al corpo, l'ala di sinistra è completamente estesa.

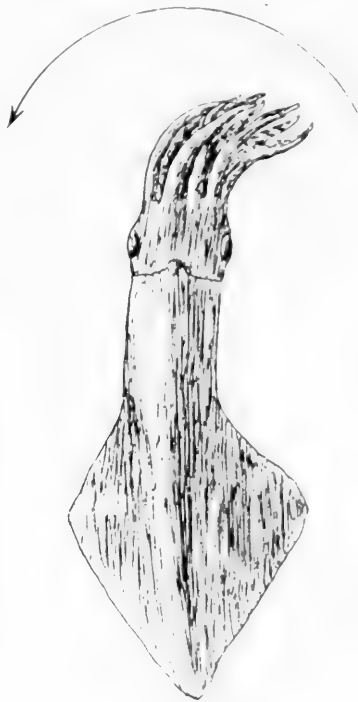


Fig. 26.

Posizione di Loligo, mentre compie un movimento di maneggio verso sinistra con l'estremo posteriore. Il capo è ripiegato verso destra, l'ala di sinistra è quasi addossata al corpo, l'ala di destra è completamente estesa.

B. Movimento di maneggio da ambedue i lati colla parte posteriore. Il capo si rivolge costantemente verso il lato opposto, dove si avvera il movimento di maneggio (Fig. 26).

C. Movimento dall'alto in basso coll'estremo cefalico. (Fig. 27.) Il capo si ripiega del tutto in alto.

D. Movimento dall'alto in basso coll'estremo posteriore. (Fig. 28.)

Il capo si ripiega del tutto in basso.

Naturalmente in tutti questi movimenti i piedi seguono tutti costantemente la posizione del capo e così anche il sifone, che facilita



Fig. 27.

Posizione di Loligo, mentre compie un movimento dall'alto in basso con l'estremo anteriore rivolto in avanti. Il capo é girato in alto.

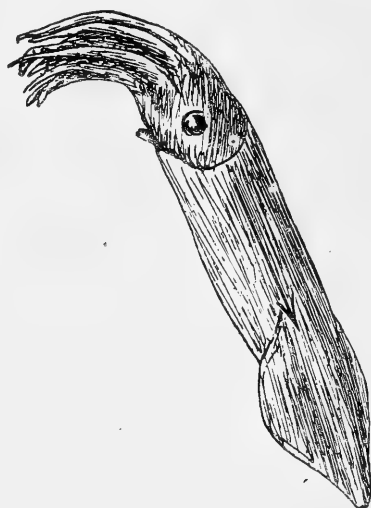


Fig. 28.

Posizione di Loligo, mentre compie un movimento dall'alto in basso con l'estremo posteriore. Il capo é girato in basso.

molto questi movimenti con la emissione dell'acqua di espirazione dal lato opposto, dove viene eseguito il movimento. Le ali poi, da parte

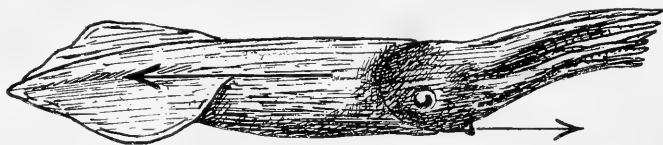


Fig. 29.

Posizione di Loligo all'inizio ed alla fine di un movimento di retropulsione. Si ha un atto espiratorio (la freccia esterna indica la fuoruscita dell'acqua dall'imbuto) e le ali non sono completamente addossate al corpo dell'animale. La freccia nel corpo dell'animale indica la direzione dell'animale nel nuoto.

loro, compiono quei movimenti, che abbiamo già bene analizzato, sia che si tratti di fare un movimento di maneggio oppure più o meno rettilineo, e perciò non mi dilungo sopra questo punto e non faccio

inutili ripetizioni. Questi movimenti compensatori del capo dipendono da una funzione delle statocisti, ma di ciò mi occuperò in altro lavoro.

Il *Loligo* è capace anche di compiere dei movimenti di fuga, e questi vengono compiuti, specialmente per mezzo di un forte atto di espirazione. (Fig. 29, 30.) L'acqua fuoriesce con maggiore o minore violenza dal sifone, e così il *Loligo*, colle ali completamente addossate al corpo, può retrocedere molto bene e compiere maggiore o minore cammino, a seconda della quantità d'acqua emessa dal sifone. Appena è finita la forza della spinta data dall'acqua emessa dal sifone, il *Loligo* apre le ali e comincia a fare un nuoto normale. Raramente compie un movimento di fuga in avanti. In questo caso tutti i piedi si aprono ad imbuto e il sifone si ripiega posteriormente e dà un getto di acqua indietro. Le ali



Fig. 30.

Posizione di *Loligo*, mentre compie un movimento di retropulsione. Si ha un atto espiratorio (la freccia esterna indica la fuoriuscita dell' acqua dall'imbuto) e le ali sono completamente addossate al corpo dell' animale. La freccia nel corpo dell' animale indica la direzione del nuoto.

si addossano contemporaneamente più o meno sul corpo. Non ho mai potuto osservare che rarissimamente un movimento di fuga in avanti con i piedi uniti fra di loro a cono: in questo caso questo movimento non era molto repentino, ma piuttosto lento. I movimenti di fuga non avvengono solo nel senso posteriore e raramente anteriore (sempre in linea retta), ma possono avvenire anche lateralmente. La base di questi è sempre un atto violento di espirazione che viene compiuto dal sifone. Le ali ed i piedi seguono poi questi movimenti laterali di fuga e prendono quelle posizioni, che sopra abbiamo molto dettagliatamente descritto, e sulle quali quindi è cosa assolutamente inutile il ritornare. Spesso questi movimenti di fuga antero-posteriori e viceversa hanno luogo con una certa frequenza senza che intervenga uno stimolo alcuno, almeno apparente. Si susseguono molto rapidamente

questi atti espiratori, che formano la base dei movimenti di fuga, e contemporaneamente è molto repentino l'addossamento e l'allontanamento delle ali al corpo. I Loligo sono animali molto socievoli, non si muovono che molto di rado isolatamente, ma vanno sempre a gruppi. E tutti compiono indistintamente sempre lo stesso movimento antero-posteriore o viceversa nello stesso tempo. Se vanno insieme esemplari grandi e piccoli, siccome questi compiono minore cammino rispetto ai primi, appena i più grandi hanno finito un determinato movimento e ne cominciano unaltro, i più piccoli, stando indietro, lo iniziano subito. E questo fanno non solo nei bacini dell' Aquarium ma anche in mare, come ho avuto agio di osservare molte volte.

*Movimento della seppia.* A. Movimento di fuga.

I movimenti di fuga sono movimenti di difesa, che fa l'animale, per sfuggire ad uno stimolo qualunque.

Quando vuole fuggire, retrocede sempre e mai si dirige in avanti



Fig. 31.

Movimento di retropulsione di Sepia (indicato dalla freccia nello interno dell' animale) determinato specialmente da fuoruscita dell' acqua dal sifone (secondo la direzione della freccia esterna).

I piedi sono tutti uniti fra di loro.

(Fig. 31). In questo caso i piedi sono tutti rivolti anteriormente, l'imbuto anche è completamente teso in avanti e fuoriesce da questo acqua con maggiore o minore energia, a seconda che il movimento di fuga si compie più o meno repentino, o più o meno veloce. Le ali si addossano completamente al corpo da orizzontali che erano (Fig. 32). Questo movimento di fuga è accompagnato quasi sempre da una emissione di nero. Appena stimolata tende sempre a tornare all'indietro, quasi mai in avanti (lo fa appena 1 volta su 20).

Si aiuta a ritornare indietro oltre che con il giuoco delle ali laterali, anche, specialmente se vuol retrocedere con molta violenza, con l'acqua che emette dal sifone.

Quando vuole andare avanti, oppure vuole fuggire non molto velocemente dirigendosi verso l'avanti, abbassa (Fig. 33) ovvero divarica più o meno completamente tutti i piedi (Fig. 34) e nello stesso tempo



Fig. 32.

Sezione trasversa di Sepia per indicare la posizione delle ali, le quali vengono addossate completamente al corpo in un movimento energico di retropulsione.

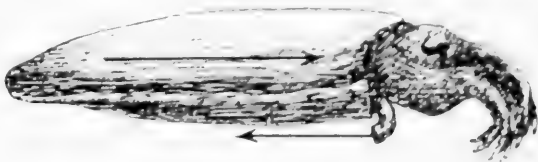


Fig. 33.

Movimento in avanti di Sepia (indicato dalla freccia disegnata nell'interno dell'animale) determinato specialmente da fuoruscita dell'acqua dal sifone che è ripiegato posteriormente. I piedi sono più o meno completamente abbassati.

fa uscire acqua dall'imbuto, rivolto anche esso indietro, con maggiore o minore quantità ed energia.

Debbo qui far notare che i cefalopodi per respirare tengono sempre il sifone lateralmente e quasi mai nel mezzo, completamente

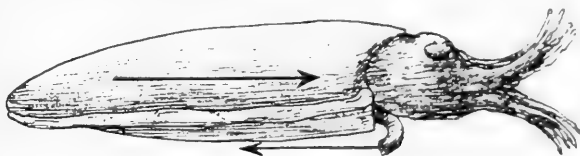


Fig. 34.

Movimento in avanti di Sepia (indicato dalla freccia nell'interno dell'animale) determinato specialmente da fuoruscita dell'acqua dal sifone che è ripiegato posteriormente. I piedi sono completamente divaricati fra di loro.

disteso (lo tengono nel mezzo, quando emettono acqua con maggiore o minore forza e debbono quindi retrocedere).

Occorre infine osservare che questo movimento speciale di fuga non è sempre accompagnato da una emissione di nero, qualche volta si ha però. Le ali non prendono parte alcuna a questi movimenti bruschi e repentini di fuga, invece si addossano completamente al corpo, l'emissione poi dell'acqua dall'imbuto, avanti o indietro, fa solo compiere la fuga. Per determinare esattamente la forza fatta dai cefalopodi per un movimento di fuga avanti o indietro, occorre conoscere: 1. Peso

e dimensione dell'animale. 2. Densità, temperatura e viscosità dell'acqua di mare ambiente. 3. Cammino percorso dall'animale in una determinata unità di tempo (ad esempio 1"). 4. Quantità di acqua emessa dal sifone.



Fig. 35.

Posizione di riposo di Sepia nella sabbia.

#### B. Alla superficie della sabbia.

Quando stanno ferme alla superficie della sabbia tengono ritirato tutto l'apparecchio podale e prensile, e lo tengono raggruppato e rivolto in basso (Fig. 35). La vitalità di una seppia si riconosce anche,

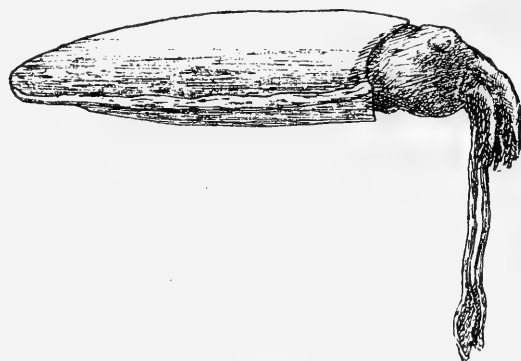


Fig. 36.

Posizione che assume una Sepia, specialmente alla superficie del bacino, quando comincia ad alterarsi.

quando si trova alla superficie, se tiene retratti più o meno gli 8 piedi e i due piedi prensili. Il primo segno della morte prossima definitiva si ha quando allungano ed emettono completamente le 2 braccia prensili degli alimenti. (Fig. 36.) Questo lo fanno specialmente stando a galla alla superficie del bacino; cominciano mano mano ad allungarsi, e contemporaneamente si abbassano anche gli altri piedi. Talvolta però avviene viceversa, prima cominciano ad abbassarsi



i piedi e poi i due piedi prensili. Altro segno della prossima morte è quando rimangono alla superficie della sabbia avendo cambiato un po' di colore, diventando più o meno bianche e contemporaneamente allungando più o meno i piedi prensili.

Spesso, stando sul fondo del bacino, stanno coi due piedi superiori sollevati e ricurvi indietro più o meno. (Fig. 37.) Ma questa posizione

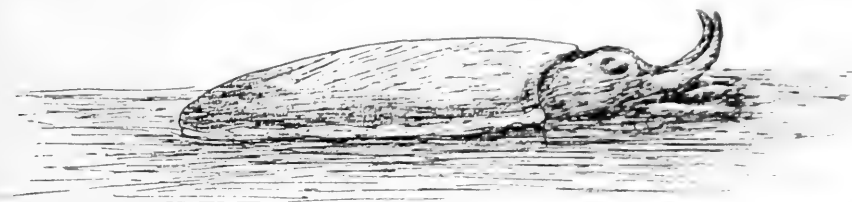


Fig. 37.

Posizione di riposo di Sepia nella sabbia: tiene elevati i due piedi superiori.

la assumono spesso, anche quando vanno leggermente nuotando ed equilibrandosi lungo il bacino (Fig. 10). Tutti gli altri piedi sono invece completamente distesi in avanti. Assumono questa posizione forse per emettere più facilmente l'acqua dall'imbuto nello stato espiratorio, e quando l'imbuto è in posizione perfettamente orizzontale e rettilinea.

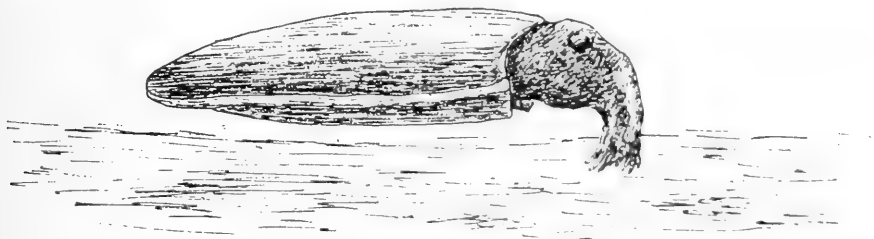


Fig. 38.

Posizione di equilibrio che assume spesso Sepia alla superficie della sabbia.

oppure servirà per tastare terreno, oppure anche per incutere timore. Certo che questo fenomeno si avvera solamente, quando la seppia è in buonissimo stato, appena comincia un pò ad alterarsi (diviene più o meno bianca) non compie mai più assolutamente questo caratteristico movimento. I piedi rimangono completamente rilasciati, atonici.

La seppia tiene sempre quasi costantemente i 2 piedi superiori

elevati e girati indietro, sia quando va nuotando nel bacino, come quando sta sulla sabbia. Lo stesso fatto si avvera in *Loligo vulgaris* (sempre nei decapodi), come abbiamo già visto.

Oppure questa posizione dei 2 piedi superiori può essere il primo segno di alterazione dell'animale, che non è più assolutamente normale. La seppia, da quanto ho potuto costantemente osservare, assume anche questa caratteristica posizione all'epoca della fregola, durante il qual tempo dimostra anche costantemente una iperattività motoria. Molto spesso rimane per lungo tempo a fior di sabbia sfiorandola appena solamente coll'estremo dei piedi e tenendo la faccia inferiore del corpo più o meno riposata sulla sabbia od allontanata da questa. (Fig. 38.)

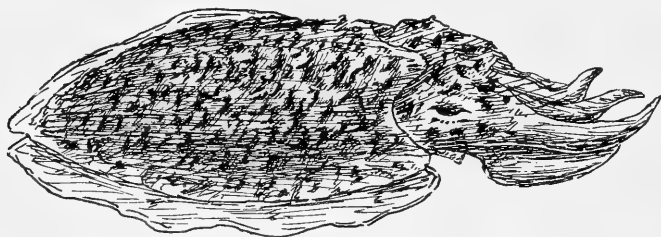


Fig. 39.

Sepia arricciata nella regione superiore.

La seppia è capace di arricciare (Fig. 39) un pochino anche il tegumento esterno, specialmente quello al disopra degli occhi, ma anche quello che ricopre tutto il corpo, nella faccia superiore, quantunque in grado un pò minore. Non lo fa però così spiccatamente come gli ottopodi (*Octopus-Eledone*). Mi sembra che questo sollevamento della pelle lo faccia, quando è perfettamente tranquilla, sia riposata sulla sabbia, oppure che vada mantenendosi in equilibrio nel bacino. Raramente lo fa, quando compie dei movimenti di fuga. La seppia normalmente è veramente *spinosa* e di colore grigio più o meno intenso. Appena comincia ad alterarsi un pò, diviene biancastra e non si vede più traccia alcuna di quelle spine, di quell'aricciamento così caratteristico della pelle.

*Meccanismo per immergersi nella sabbia.*

La *Sepia* per entrare nella sabbia si aiuta con varie parti del suo corpo.

Occorre studiare il meccanismo di immersione nella sabbia: a questo movimento prendono parte: l'imbuto, le ali ed i piedi. Occorre, che analizziamo partitamente il movimento compiuto da ciascuna di queste parti (Fig. 40, 41). L'imbuto viene costantemente abbassato e tenuto in senso più o meno perpendicolare al bacino e ricacciato talvolta, anche indietro. Contemporaneamente dall'imbuto fuoriesce una corrente di acqua più o meno forte, che ha sempre per effetto di far sollevare maggiore o minore quantità di sabbia e di farla poi ricadere sulla parte anteriore dell'animale ma specialmente sui piedi i quali da parte loro o (molto raramente) sono situati paralleli al fondo del bacino, oppure sono più o meno perpendicolari a questo ed aiutano

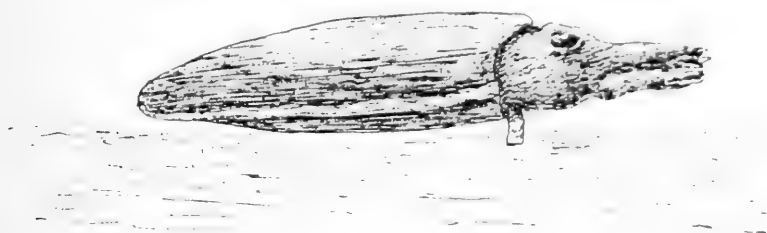


Fig. 40.

La Sepia tiene l'imbuto rivolto in basso per sollevare la sabbia dal fondo con atti espiratori. I piedi sono estesi completamente in avanti.

fazione dell'acqua allontanando la sabbia dal basso verso l'alto col movimento dal dietro in avanti e facendola poi ricadere su sè stessi. Appena la parte anteriore è ricoperta di sabbia, i piedi si riuniscono completamente fra di loro e l'imbuto viene sempre leggermente rivolto in alto, perchè venga più facilmente emessa l'acqua di espirazione. Contemporaneamente anche le ali però entrano in movimenti molto energici, non solamente antero-posteriori (Fig. 20) e viceversa, ma anche dal basso in alto (movimenti analoghi a quelli visti in *Loligo* Fig. 21), in modo che con i movimenti sinusoidi, che ne risultano (Fig. 22), la sabbia viene ad essere portata sul dorso, che ne viene così ad essere ricoperto più o meno completamente. Come ho accennato sopra, anche il sifone, in un primo tempo, rivolgendosi molto indietro e in basso, ed emettendo acqua con maggiore o minore violenza, fa sì, che la sabbia del fondo viene smossa e con molta facilità viene poi ad essere preda

dei movimenti complessi, già analizzati delle ali e portata e depositata da queste sul dorso. L'immersione nella sabbia avviene più o meno repentinamente a seconda della maggiore o minore velocità, con la quale viene ad essere emessa l'acqua dall'imbuto e con la quale si muovono i piedi e le ali specialmente.

Quando ha compiuto la immersione nella sabbia, tiene allo scoperto solo gli occhi, il resto rimane completamente coperto da quella.

Ho costantemente visto in tutte le osservazioni da me eseguite che la vitalità di una seppia oltre che riconoscersi dal colore (vitalità dei cromatofori che presentano spiccatissimo il fenomeno del mimetismo) si vede anche dal nascondersi o no nella sabbia.

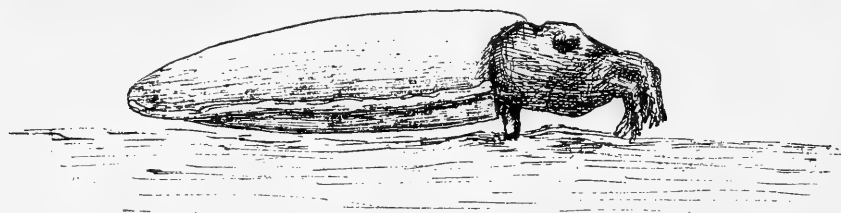


Fig. 41.

La Sepia tiene l'imbuto rivolto in basso per sollevare la sabbia dal fondo con atti espiratori. I piedi sono piegati in basso.

La seppia appena è in condizioni poco buone, anche che conservi ancora l'aspetto grigio-scuro caratteristico, pure abbandona la sabbia (esibizionismo) e sale a galla nel bacino. Quando sono vicine a morire, emettono sempre molto muco, perchè il bacino ne rimane assolutamente pieno alla superficie, specialmente se vi sono molti esemplari in questo stato (Polimanti 1911).

Quando è asfittica (ciò che si vede bene dal colorito biancastro che va assumendo e non omogeneo al fondo a causa della nessuna o quasi nulla azione dei cromatofori) non si nasconde mai nella sabbia, ma rimane sempre alla superficie. Quando già sono immerse nella sabbia, si cavano fuori da questa con un mezzo qualunque, non vi si mettono mai dentro, quando la persona è vicina, ma lo fanno subito, appena questa si allontana; ciò forse lo compiono per non farsi poi ritrovare tanto facilmente. E' in fondo un segno di intelligenza.

C. I movimenti di natazione sono quelli, che compie per portarsi da un punto all'altro. La seppia fa dei movimenti normali di natazione verso avanti e anche dietro servendosi solamente delle ali. Sono possibili dei movimenti in tutti i sensi: e per questi bastano solo le ali, che servono appunto per far compiere alla seppia un nuoto normale. Per mezzo del cinematografo è stato impossibile poter studiare il movimento delle ali, perchè l'animale è troppo nero, perchè possa

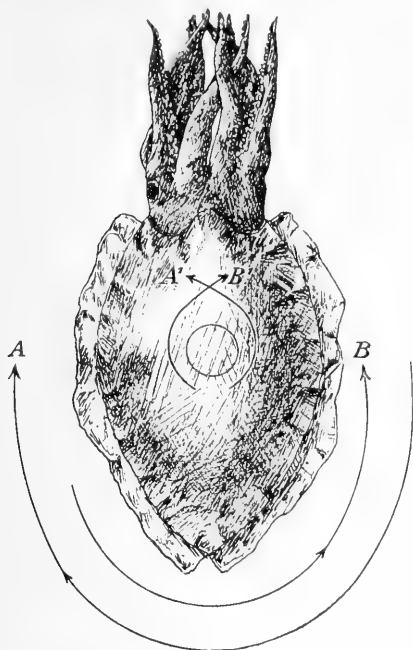


Fig. 42.

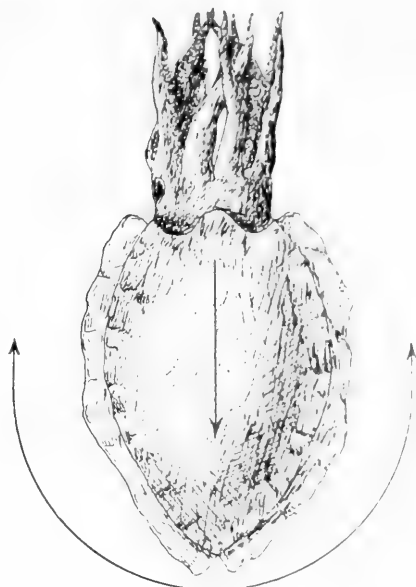


Fig. 43.

risaltare bene in una fotografia e perchè anche, appena messo in un bacino, emettendo il nero, oscurava completamente tutta l'acqua in modo che era impossibile assolutamente ritrarre una fotografia. Ad ogni modo, colla osservazione molto attenta, si riesce bene a studiare e ad analizzare molto perfettamente il movimento di queste ali. Quando si muovono, e sono quindi in azione, possono assumere tutte le posizioni dal basso in alto (come in *Loligo*: Figg. 20-21-22-23). I movimenti compiuti dalle ali sono molto differenti fra di loro. Innanzi tutto si deve notare che possono muoversi ambedue, oppure una mue-

versi e l'altra restar ferma. Analizziamo brevemente questi vari movimenti compiuti dalle ali.

1. L'onda di contrazione può cominciare nell'ala di destra o di sinistra e trasmettersi senza interruzione alcuna all'altra, ed alla fine si smorza e muore lì per ricominciare di nuovo o nello stesso lato o nel lato opposto (Fig. 42). Con questi movimenti, e specialmente se si cambiano l'uno coll'altro, la seppia si mantiene facilmente a galla. Se sono invece

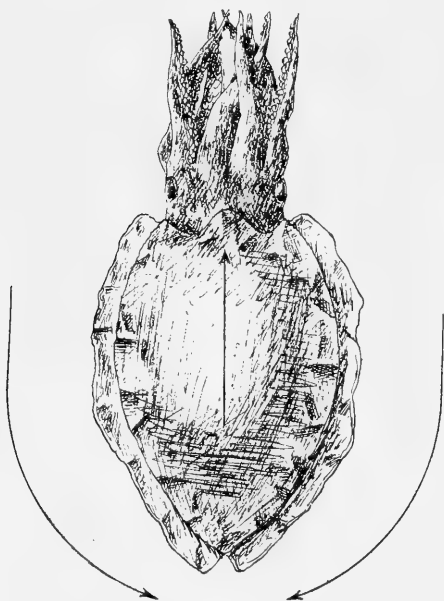


Fig. 44.

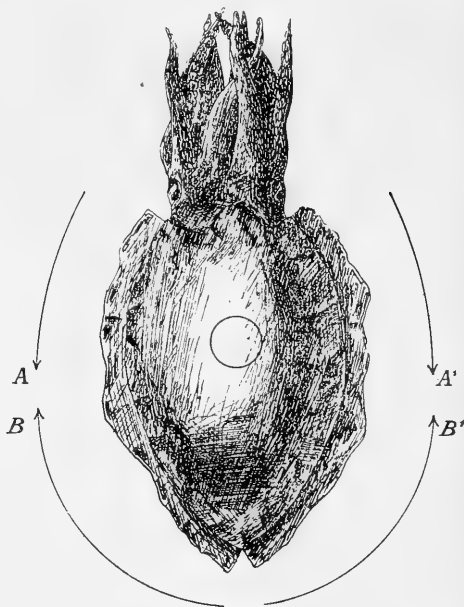


Fig. 45.

più forti, allora può girare sul proprio asse e fare un movimento di maneggio verso l'uno e l'altro lato. Se il movimento delle ali si compie nel senso di A allora compie un movimento di maneggio verso  $A^1$ , se verso B si ha un movimento verso  $B^1$ .

2. L'onda di contrazione parte dal punto di unione delle due ali e si porta verso l'avanti, dove va poi a smorzarsi e finire (Fig. 43). Serve specialmente per retrocedere, ma anche per mantenersi a galla, se è compiuto molto piano.

3. L'onda di contrazione parte contemporaneamente da ambedue i lati dal punto di origine cefalico di ambedue le ali e si va poi a smorzare

in basso nel loro punto unione (Fig. 44). Serve specialmente alla Seppia per andare avanti, ma, se il movimento si compie un pò piano, la seppia può mantenersi in equilibrio.

4. Partono da ambedue i lati due onde di contrazione, l'una dalla regione anteriore e l'altra dalla posteriore, che poi si riuniscono in un punto qualunque delle due ali. Serve esclusivamente per far mantenere in equilibrio la seppia nell'acqua, e, se il movimento delle ali dall'avanti all'indietro è un pò forte, a farla retrocedere, e invece

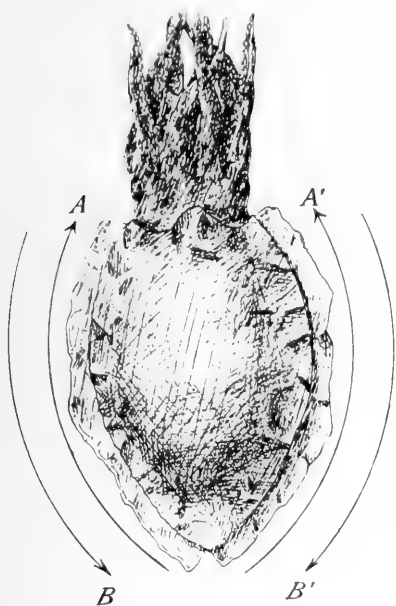


Fig. 46.

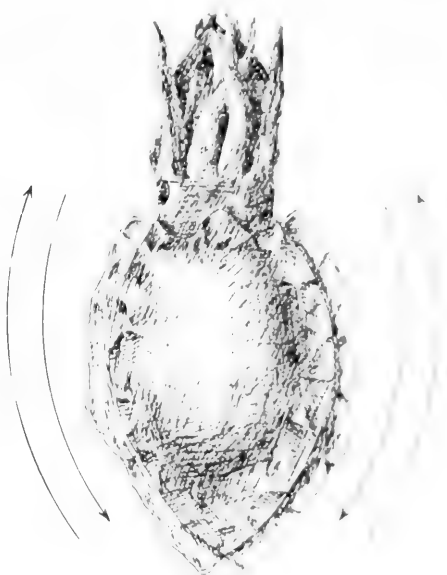


Fig. 47.

a farla avanzare, se il movimento si compie da dietro in avanti (Fig. 45).

Naturalmente poi tutti questi movimenti possono essere più o meno modificati dalla espulsione dell'acqua, che si fa dall'imbuto ed anche dalla immissione dell'acqua nel mantello nell'atto inspiratorio.

L'imbuto normalmente nel nuoto rimane sempre ricurvo (come mostra bene la Fig. 7) leggermente in basso, ma può anche più o meno elevarsi e divenire quasi orizzontale (Fig. 31).

5. Le ali possono anche muoversi indipendentemente l'una dall'altra. Quando finisce il movimento di una dall'avanti all'indietro, o viceversa, può questa rimanere assolutamente ferma e l'altra cominciare

subito o un movimento nello stesso senso, o in senso inverso (Fig 46. e Fig. 47).

Questi movimenti omolaterali, che si susseguono continuamente, servono a mantenere l'equilibrio nella seppia.

6. Può tenere completamente addossata al corpo una delle ali e l'altra tenerla completamente distesa ed in movimento. Il movimento, che ne risulta, è sempre uno di maneggio, questo però può compiersi in avanti verso la testa, oppure all'indietro ed essere un movimento

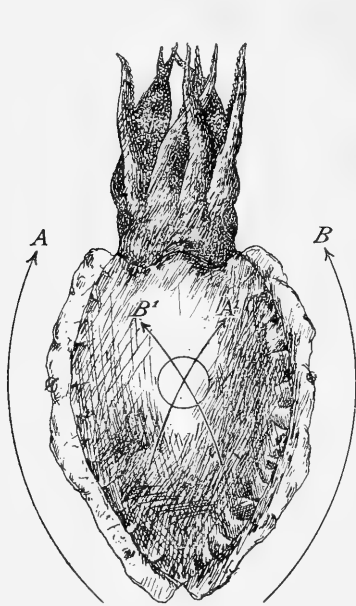


Fig. 48.

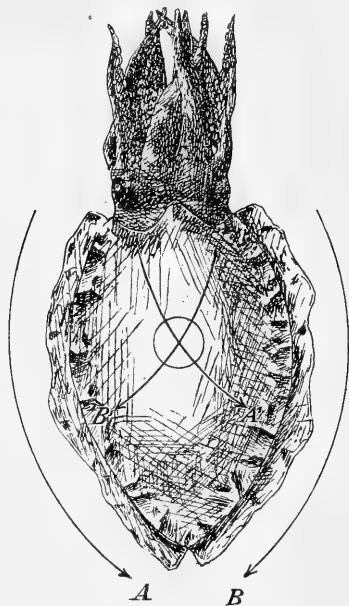


Fig. 49.

di maneggio retropulsivo, a seconda che l'ala, che si muove, si contrae dall'avanti all'indietro o viceversa. Se ad esempio si contrae l'ala di destra dalla parte posteriore verso l'anteriore e l'ala di sinistra rimane completamente ferma, allora si ha come risultante un movimento di maneggio anteriore verso sinistra. (Fig. 48, 49.)

Si ha il movimento viceversa, se si muove l'ala di sinistra nello stesso senso, e quella di destra rimane ferma. Se invece il movimento delle ali avviene dall'avanti all'indietro, allora si ha un movimento di maneggio in retropulsione. Questo movimento avrà luogo verso



destra, se questa ala sta ferma e si muove invece la sinistra, e verso sinistra, se quest'ala sta ferma e si muove invece quella di destra. Contemporaneamente a questi movimenti prende parte molto attiva l'imbuto il quale si rivolgerà a destra, leggermente ripiegato indietro, emettendo l'acqua da questo lato, se il movimento di maneggio ha luogo verso l'avanti a sinistra (e viceversa). Se invece l'imbuto è rivolto a destra, completamente esteso in avanti, allora ha luogo un movimento di maneggio-retropulsione verso sinistra (e viceversa). Osservando bene le ali hanno sempre, qualunque movimento compiano, quel movimento ondulatorio sinusoidale antero-posteriore e viceversa (Fig. 22): molto raramente si nota un impercettibile movimento contemporaneo di queste dall'alto in basso e viceversa. Si ha questo, specialmente quando deve immettersi nella sabbia e ricoprirsene più o meno completamente, oppure deve compiere un movimento di fuga.

Appena la seppia viene messa fuori dell'acqua, comincia a fare degli energici movimenti di espirazione. Fanno ciò anche gli ottopodi (*Octopus*, *Eledone*), ma però con molta minore energia. La seppia, quando è un pò asfittica, muove anche le ali, che seguono ritmicamente i movimenti respiratori. Non mi soffermo ulteriormente sopra questi fatti che riguardano da vicino la respirazione della seppia, perchè sono stati da me particolarmente trattati in un lavoro in corso di stampa e dove studio appunto questa funzione.

### Schlussfolgerungen.

1. Das Studium der Funktion der das Zentralnervensystem der Cephalopoden (*Sepia officinalis* L.) bildenden Ganglien kann mit den folgenden Mitteln vorgenommen werden: a) Reizung mit dem elektrischen Strom; b) mechanische Reizung; c) Abtragung; d) Vergiftung (namentlich mit Kokain). — Bei diesen Untersuchungen kann die *Sepia* in einem Sepiumhalter fixiert werden, der die beiden Enden des Sepiums umschliesst.

2. Nimmt man als Richtungspunkte eines der Enden des Sepiums und die Augen, so kann man von aussen her die Topographie der verschiedenen Ganglien feststellen und auf diese Weise an ihnen

(insbesondere bei der Vergiftung) experimentieren, ohne die an der Oberfläche gelegenen Deckhäute zu verletzen.

3. Mit Hilfe der erwähnten verschiedenen Untersuchungsmethoden war es möglich, die verschiedenen Funktionen festzustellen, welche die einzelnen Ganglien regulieren.

A. Das G. buccale seu suprapharyngeum reguliert die Kaugewegungen und das G. subpharyngeum die Schluckbewegungen. Diese beiden Funktionen werden gleichzeitig vermitteltst der die beiden Ganglien verbindenden Kommissuren ausgeführt.

B. Reizung oder Ausschaltung der Masse der G. cerebralia verursacht stets Überreizungserscheinungen (Fluchtbewegungen, Ausscheidung von schwarzer Substanz, Ausspreizen der Arme usw.); gleichzeitig erfolgt Zunahme der Reflextätigkeit und Inkoordination bei allen Bewegungen. Auch üben sie einen Einfluss auf die Chromatophoren aus (die Sepia wird entweder ganz weiss oder ganz schwarz). In dieser Gegend ist ein koordinierendes und alle Lokomotions- und Atembewegungen regulierendes Zentrum zu lokalisieren. Sie ist am empfindlichsten gegen elektrischen Reiz und wird sehr rasch erschöpft.

C. Die Gegend des Basalganglions hat mannigfache Funktionen infolge ihrer anatomischen Beziehungen zu den verschiedenen Ganglien, nämlich dem buccalen (Kaugewegungen), dem brachialen (Bewegung der Arme), dem pedalen und dem viszeralen. Es existiert ein antero-superiores Inspirationszentrum (wenn es gereizt wird, bewirkt es die Annahme der Gestalt einer Gurke) und ein postero-inferiores Expirationszentrum (wenn es gereizt wird, bewirkt es die Annahme der Gestalt eines Ballons). Es übt eine bilaterale Wirkung auf die Chromatophoren und auf die Färbung der Iris aus.

D. Das G. chromatophoricum übt nie eine motorische Wirkung aus, wohl aber eine färbende, und zwar vorwiegend in der gleichseitigen Hälfte, aber auch (leichter) in der entgegengesetzten.

E. Ganglion opticum. 1. Pars anterior: Drehung des Bulbus oculi nach oben und rückwärts und Wirkung auf die Chromatophoren der gleichseitigen Kopfhälfte, während die Sepia in das Inspirationsstadium eintritt.

2. Pars mediana: Rückwärtsbewegung des Auges im Äquator,

Wirkung auf die Chromatophoren, vorwiegend der gleichseitigen Kopfhälfte, aber auch leicht auf die entgegengesetzte, während die Sepia in das Inspirationsstadium eintritt.

3. Pars posterior: Bewegung des Auges nach oben und vorne, Wirkung auf die Chromatophoren der gleichseitigen Kopfhälfte und auch auf die des ganzen Tieres, das in das Expirationsstadium (Retropulsionsbewegungen) eintritt und ein zottiges Aussehen annimmt.

Reizt man einen kleinen Nerven, der ovalwärts und oberhalb des Pedunkulus liegt, so tritt Färbung der Iris ein: nach Reizung des N. opticus zeigen sich motorische Erscheinungen im Augapfel.

Homolaterale Abtragung des Ganglion opticum verursacht oft Reitbahnbewegungen gegen die unverletzte Seite hin, und die gleichseitige Körperhälfte wird bei der Abtragung ganz schwarz.

F. Ganglion brachiale: Die Füsse werden länger, verkürzen und kreuzen sich (Ergreifen). Jeder brachiale Nerv gibt zwei Äste ab: der dorsale ist für die Chromatophoren bestimmt, der ventrale hat motorische Wirkung.

G. Ganglion pedale: Bewegung der Füsse und Wirkung auf die diesen Gegenden entsprechenden Chromatophoren.

Es übt eine inspiratorische Wirkung aus, der Trichter (N. anterior des Trichters) biegt sich nach rückwärts und es tritt schwarze Substanz aus (Wirkung auf die das Schwarze enthaltende kleine Blase, der Kopf wird erhoben und nimmt eine braune Färbung an. Die Augen (NN. ophthalmici inferiores et superiores) drehen sich nach allen Richtungen, namentlich in der antero-posterioren.

H. Ganglion viscerales: es hat zwei Gegenden, eine inspiratorische antero-inferiore und eine expiratorische postero-superiore. Der Trichter (N. posterior des Trichters) verlängert sich und zieht sich zusammen und es wird schwarze Substanz ausgeschieden (diese Ausscheidung infolge Reizung der Bläschen erfolgt in den beiden Expirationsstadien). Es übt vorwiegend eine expiratorische Wirkung aus.

4. Nachdem die verschiedenen Funktionen für jedes einzelne Ganglion festgestellt sind, lassen sich aus ihnen die verschiedenen Komplexbewegungen und die von der Sepia ausgeführten verschiedenen Funktionen herleiten.

*A. Erfassen der Nahrung, Kauen — Zerkleinern und Verschlucken  
(Verdauungsakt).*

Ein visiver Reiz (Ganglion opticum) oder ein Reiz, der von der zerebralen Ganglienmasse ausgehend durch die hintere Kommissur zieht, geht zum G. pedale und von da zum G. brachiale (Erfassen der Nahrung mit den Fangarmen und Fixierung mit den acht anderen Armen) und zum G. buccale. Von diesem aus begibt es sich durch die Commissurae bucco-pharyngeae zum G. subpharyngeum (Kau-Zerkleinerungsbewegung von seiten des schnabelförmigen Knochenmundes und der Radula und gleichzeitige Schluckbewegung). Vermittels der NN. subpharyngeales-stomachales endet der Reiz am G. stomachale (peristaltische Bewegung des Magens und des Darmrohrs und Vergiftung der Beute). Das G. brachiale sowie das G. pedale und die Commissura posterior regulieren gleichzeitig die Bewegung der Chromatophoren.

Koordinierte Kaubewegungen erfolgen auch in dem von der Sepia getrennten Mund, wenn die peribuccalen Gewebe gereizt werden: das Zentrum, das G. buccale und das G. subpharyngeum, die durch die Kommissuren miteinander verbunden sind.

*B. Atmung und Schwimmen.*

Das G. viscerales (inspiratorische Abteilung, durch den N. visceralis versehen) besorgt automatisch die Atmung und Flossenbewegung.

Die zerebralen Ganglien (direkter Weg) oder das G. opticum (Reflexweg, vermittelt eines Lichtreizes) beeinflussen auf direkten oder indirekten (Basalganglien) Nervenbahnen die Atmung und Bewegung (Fluchtbewegung).

Mithin wirken direkt oder durch die Basalganglien ein: 1. das G. viscerales (expiratorische Abteilung: Kontraktion des Mantels, Verlängerung des Siphos und Anlegen der Flossen an den Mantel); 2. das durch das G. brachiale verstärkte G. pedale (Verlängerung der Arme).

Ist die Fluchtbewegung nach vorne gerichtet, so treten dieselben Erscheinungen ein; nur ist der Trichter infolge Wirkung des G. pedale nach rückwärts gebogen.

Gleichzeitig mit der Fluchtbewegung erfolgt Ausscheidung von

schwarzer Substanz oder nicht (sie erfolgt nach einem Reiz, der durch die Mitte des Schenkels der hinteren Kommissur etwas höher als der Stiel des N. opticus hindurchgeht; wird diese Stelle gereizt, so erfolgt stets Ausscheidung von schwarzer Substanz).

Es besteht eine vollkommene Koordination zwischen Schwimmen, Chromatophorenwirkung und Ausscheidung von schwarzer Substanz.

#### *C. Chromatophorenwirkung.*

Das die Bewegung der Chromatophoren regulierende Zentrum liegt in den Basalganglien (Reizung der letzteren bewirkt, dass das Tier ein braunes Aussehen annimmt und zuerst braun, dann weiss erscheint. Die Chromatophorenfasern durch die Commissura posterior gehen zu der Ganglia suboesophagea (dem brachialen, pedalen und viszeralem).

Im pedalen und viszeralem Ganglion existieren direkte und gekreuzte chromatophorische Fasern.

Die Ganglia cerebralia üben einen hemmenden (Hemmung) und einen dynamogenen (Bahnung) Einfluss aus (anderer Index der höheren Entwicklung) auf die chromatophorische Wirkung; sie entfalten eine homo- und bilaterale Wirkung (Wirkung insbesondere gekreuzt und entgegengesetzt).

Die Ganglia optica üben gleichfalls eine chromatophorische Wirkung aus. Der *Klemensiewicz*sche Reflex tritt bei einer Läsion des Stammes der Commissura posterior oder der Auskleidung der Basalganglien oder auch des G. pedunculi (ausgeprägte, vorwiegend homolaterale und auf der entgegengesetzten Seite ganz schwache Wirkung) ein.

Die beiden Hälften stehen miteinander in Verbindung mittels Kommissurfasern, die durch das G. viscerales gehen (dies wird dadurch bewiesen, dass wenn man die Commissura posterior unterhalb der Eintrittsstelle des Pedunkulus durchschneidet, die Hälfte des Körpers permanent weiss wird, während die normale Hälfte auf Reizung der Basalganglien reagiert, indem sie stets weiss wird).

#### *D. Olfaktorischer Mechanismus.*

Die Sepia besitzt eine sehr entwickelte olfaktorische Fähigkeit; es genügt, dem „Punctum olfactorium“ Säuren, Ätherarten, Essenzen usw.

zu nähern, um bei Sepia eine augenblickliche Reaktion in Gestalt von energischen Expirationen zu veranlassen.

### 5. *Reflexe.*

A. *Taktile* (hervorgerufen durch Reizung mit kalibrierten Glasstäbchen): auf dem Reflexwege haben sie eine motorische Wirkung zur Folge. — Ein leichter taktiler Reiz (Druck von 1—2 g) auf einem Auge bewirkt, dass es wieder geöffnet wird; ein stärkerer veranlasst eine Fluchtbewegung mit gleichzeitiger Expiration.

Der Mantel ist empfindlicher im unteren Teile (Abtasten der Beschaffenheit des Meerbodens) als im oberen. Die Flossen sind sehr empfindlich, mehr an der unteren Fläche und an den Rändern als an der oberen Fläche.

Trifft ein leichter Reiz (bis zu 1 g) einen Arm, so bewegt sich nur der gereizte Arm; ist der Reiz stärker, so versuchen zwei oder mehr Arme das stimulierende Agens zu erfassen.

Ein leichter Reiz (bis zu 0,30 g) auf die Klappe bewirkt Öffnung derselben, ein stärkerer vollständigen Verschluss.

B. *Lichtreflexe.* Ein Lichtreiz bewirkt, dass die Tiere sich verbergen und Fluchtbewegungen ausführen (leichter bei den Dekapoden als bei Oktopoden). Eine geblendete Sepia verliert sofort die charakteristische graue Farbe, die sie nicht wiedererlangt. Auch der Tastsinn beeinflusst die Farbe (eine geblendete Sepia auf glattem Boden wird heller als auf sandigem Boden). Der taktile Reiz ist eine notwendige Ergänzung des visiven Reizes.

Eine geblendete Sepia zeigt die charakteristischen Höcker, die namentlich über der Kopfgegend ausgesprochen sind, hält die Arme in normaler Stellung, oder auch die beiden oberen sind in die Höhe und nach rückwärts gewendet (um Furcht einzuflößen, Äusserung des Geschmacks- oder Geruchssinnes [chemischer Sinn]).

Eine geblendete Sepia verbirgt sich selten im Sand und ändert auch den Bewegungstypus (die Tiere machen insbesondere Reitbahnbewegungen nach beiden Seiten hin oder Rotationsbewegungen nach beiden Seiten um ihre Längsachse).

C. *Chemischer Reflex.* Exemplare von Eledone bleiben lange Zeit

an einer bestimmten Stelle; werden sie geblendet, so kehren sie dort hin zurück, aber nicht mehr, sobald diese Stelle geglättet ist.

## 6. *Bewegung.*

A. *Oktopoden* (Octopus, Eledone). Im Ruhezustand halten sie die Glieder mehr oder weniger ausgebreitet oder auch zurückgezogen; sie können sich auch leicht auf den Fühlfäden heben, die unbeweglich sind oder S- und 8-förmige Bewegungen machen. Bei der Bewegung verwenden sie die Arme als wahre und eigentliche Füße. Ein gereizter Oktopus richtet sich auf vier Arme auf und versucht mit den vier anderen das stimulierende Agens zu ergreifen; auch nach Aufhören des Reizes hält er immer einen Arm „zum Schutz“ ausgestreckt, um stets zum Angriff bereit zu sein. Bei den Fluchtbewegungen vereinigen sich alle Glieder miteinander; der Trichter wird nach vorne ausgestreckt und es erfolgt eine starke Expirationsbewegung. Die Fluchtbewegung erfolgt auch nach vorne und das Tier macht die Expirationsbewegung, indem der Trichter nach rückwärts gewendet ist. Dieser Akt geschieht etwas modifiziert, weil die Glieder im Augenblick der Ergreifung der Beute vollständig ausgedehnt werden (Krustaceen usw.). Sobald sie die Beute in dem gewaltigen Griff ihrer Glieder haben, schliessen sie sie sofort, und alsdann beginnt die Vergiftung und das Kauen. In diesem Augenblick des Ergreifens der Nahrung werden sie ganz braun und bleiben es auch, wenn sie gereizt werden (der Hunger hebt alle Reflexe auf).

B. *Dekapoden*. — 1. *Loligo*. Die Flossen machen eine sinusartige Bewegung (die aus einer antero-posterioren Anstrengung oder umgekehrt und einer von oben nach unten oder umgekehrt erfolgenden resultiert), welche in umgekehrter Richtung zur Bewegung des ganzen Tieres stattfindet; die Bewegungen erfolgen fast immer geradlinig nach beiden Richtungen (von vorn nach hinten, und umgekehrt). Die Füße sind alle vereinigt, zuweilen sind auch die beiden oberen erhoben. Das Tier macht Reitbahnbewegungen, indem es die Flosse der Seite, nach welcher die Reitbahnbewegung erfolgt, an den Leib anlegt. Mit dem Kopfe macht es Kompensationsbewegungen bei den verschiedenen Bewegungen nach allen Richtungen, und zwar stets in entgegengesetzter Richtung zu der Bewegung, die es gerade ausführt.

Es macht unter Anlegen der Flossen an den Körper Flucht- und Abwehrbewegungen und gleichzeitig eine Expirationsbewegung; selten zeigen sich Fluchtbewegungen nach vorne.

2. *Sepia*. Die Fluchtbewegungen nach rückwärts sind fast immer von Ausscheidung schwarzer Substanz und von starker Expiration begleitet. Bei den (selteneren) Fluchtbewegungen nach vorne sind die Arme vollständig gesenkt oder auch ganz ausgestreckt; gleichzeitig wird der Trichter nach rückwärts gewendet. Bei beiden Bewegungen werden die Flossen vollständig an den Leib gelegt.

Die Lebensfähigkeit der *Sepia* hängt ab von ihrer grösseren oder geringeren Fähigkeit, sich im Sande zu verbergen. Das erste Anzeichen des nahen Todes besteht darin, dass das Tier an die Oberfläche steigt, weisslich wird und die Fangarme ausstreckt. Wenn es sich auf dem Sand befindet, hält es entweder alle Arme gesenkt oder die beiden oberen gehoben. Der Mechanismus des Eintauchens in den Sand ist die Resultante aus einer andauernden sinusähnlichen Bewegung der Flossen von vorne nach hinten und umgekehrt und einer gleichzeitigen Expirationsbewegung; auf diese Weise wird der Sand vom Boden aufgehoben und über das Tier gebracht.

Die Bewegung der Flossen, um sich im Gleichgewicht zu erhalten und zu schwimmen, erfolgt in verschiedenen Richtungen, je nach der Art der Ausbreitung der Kontraktionswelle:

- a) Sie kann rechts oder links beginnen und ohne Unterbrechung von einer Flosse auf die andere übertragen werden;
  - b) sie geht von der Stelle der Vereinigung beider Flossen aus und begibt sich nach vorne;
  - c) sie geht von der Kopfgegend aus und endet nach rückwärts;
  - d) es gehen von den beiden Polen zwei Wellen aus, die sich fast im Mittelpunkt der Flossen auf beiden Seiten vereinigen;
  - e) die Flossen können sich voneinander unabhängig bewegen;
  - f) eine Flosse kann an den Leib gelegt sein und die andere befindet sich in fortwährender Bewegung.
-



## Literaturverzeichnis.

- Baglioni, S., Zur Analyse der Reflexfunktion. Wiesbaden 1907.
- , Physiologie des Nervensystems: im Handbuch der vergleichenden Physiologie. Bd. IV, p. 23 u. f. 1910—1911.
- , Zur Physiologie des Geruchssinnes und des Tastsinnes der Seetiere. Ztbl. f. Physiologie. Bd. 22 — 1908. Zeitschrift f. Biologie. Bd. 53, 1909, pag. 255.
- Bert, P., Mémoire sur la Physiologie de la Seiche (*Sepia officinalis*, Linn.). Mémoires de la Société des Sciences Physiques et naturelles de Bordeaux. Tome V. pag. 116—138. 1867.
- Bottazzi, F. (in collaborazione con Enriquez P.), Ricerche fisiologiche sul sistema nervoso viscerale delle Aplisie e di alcuni Cefalopodi. Rivista di Scienze Biologiche. I. pag. 837—919. 1899.
- Chéron, J., Recherches pour servir à l'histoire du système nerveux des Céphalopodes dibranchiaux. Ann. Sc. nat. (5.) Vol. V. pag. 5—122. 1866.
- Dietl, M. J., Untersuchungen über die Organisation des Gehirns wirbelloser Tiere. Sitz.-Ber. Akad. Wien. Math.-nat.-wiss. Kl. 1. Abt. Vol. 77. pag. 481 bis 532. 1878.
- Guérin, J., Contribution à l'étude des systèmes cutané, musculaire et nerveux de l'appareil tentaculaires des Céphalopodes. Arch. Zool. expér. (4) Vol. 8. pag. 1—178. 1908.
- Hess, C., Untersuchungen zur Physiologie und Anatomie des Cephalopodenauges. Pflügers Archiv f. Physiologie. Bd. 109. 1905. pag. 393—439.
- , Die Accomodation der Cephalopoden. Archiv f. Augenheilkunde. LXIV. Band, Ergänzungsheft 1909. pag. 125—152.
- Hoffmann, I. B., Gibt es in der Muskulatur der Mollusken periphere kontinuierlich leitende Nervenetze bei Abwesenheit von Ganglienzellen? Arch. ges. Physiol. Vol. 118. pag. 375—412. 1907.
- , Über einen peripheren Tonus der Cephalopoden-Chromatophoren und über ihre Beeinflussung durch Gifte. Arch. ges. Physiol. Vol. 118. pag. 413—451. 1907.
- Jatta, G., La innervazione delle braccia dei Cefalopodi. Bollettino della Società dei Naturalisti in Napoli 1889. Vol. 3. pag. 129—136.
- , Cefalopodi: in Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Monographie 23. pag. 268. tav. 31. 1896.

- Ihering, H. v., Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877.
- Joubin, L., La seiche officinelle (*Sepia officinalis* L.) in: Zoologie descriptive, Anatomie, Histologie et Dissection des formes typiques d'invertébrés. Vol. 2 pag. 508—589. Paris 1900.
- Klemensiewicz, R., Beiträge zur Kenntnis des Farbenwechsels der Cephalopoden. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. 3. Abt. Vol. 78. pag. 7—50. 1878.
- Kollmann, I., Die Cephalopoden in der zoologischen Station des Dr. Dohrn. Zeit. wiss. Zool. Vol. 26. pag. 1—23. 1875.
- Langendorff, O., Untersuchungen über den Schluchreflex. Festschrift für L. Hermann. Stuttgart 1908, Enke.
- Lo Bianco, S., Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. Mitteilungen aus d. zool. Station zu Neapel. 13. Bd. 4. Heft 1909. pag. 513—763 [pag. 650].
- Magnus, R., Die Pupillenreaktion der Oktopoden. Arch. ges. Physiol. Bd. 92, pag. 623—643. 1902.
- Niemice, Recherches morphologiques sur les ventouses dans le règne animal. Recueil Zoologie Suisse. Vol. 2. pag. 1—147. Genève 1885.
- Owsjannikov, Ph., und Kovalevsky, A., Über das Zentralnervensystem und das Gehörorgan der Cephalopoden. Mém. Acad. imp. St. Petersburg. (7) Vol. 11. pag. 36. 1867.
- Phisalix, C., Recherches physiologiques sur les chromatophores des Céphalopodes. Arch. Physiol. norm. path. (5.) Vol. 4. pag. 209—244. 1892.
- , Nouvelles recherches sur les chromatophores des Céphalopodes. Centres inhibiteurs du mouvement des bâches pigmentaires. Arch. Physiol. norm. path. Vol. 6. pag. 92—100. 1894.
- Polimanti, O., Beitrag zur Physiologie der Varolskrücke (*Pons Varolii*) und der Vierhügel (*Corpora bigemina*). Archiv f. Anatomie und Physiologie (physiologische Abteilung) 1908, pag. 271—312.
- , Beiträge zur Physiologie des Nervensystems und der Bewegung bei den niederen Tieren. I. *Branchiostoma lanceolatum* Yarr. (*Amphioxus*). Ebenda 1910, pag. 129—172.
- , Beiträge zur Physiologie des Nervensystems und der Bewegung bei den niederen Tieren. II. *Ciona intestinalis* L. Ebenda 1910. Suppl.-Band 39—152.
- , Contributi alla fisiologia del movimento e del sistema nervoso degli animali inferiori. III. 1. Heteropoda, 2. Pteropoda. Zeitschrift f. allg. Physiologie. XII. Bd. 1911. pag. 379—406.
- , Activité et repos chez les animaux marins. Bulletin de l'Institut Général Psychologique. Nr. 2. 1911. (11<sup>e</sup> année.) Extrait. pag. 1—43.
- Rijnberk, G. v., Über den durch Chromatophoren bedingten Farbenwechsel der Tiere (sog. chromatische Hautfunktion). Ergeb. Physiol. Bd. 5. pag. 347—571.
- Sangiovanni, Des divers ordres de couleur des globules chromatophores chez plusieurs mollusques céphalopodes. Annales d. Sciences Natur. 1829. 1<sup>e</sup> Serie. T. 16. pag. 308—315. Idem. Giornale enciclopedico di Napoli. Anno 13 N. 9.

- Steiner, J., Untersuchungen über die Physiologie des Froschhirns. Braunschweig 1885.
- , Die Funktionen des Centralnervensystems und ihre Phylogenese. 3. Abt. Die wirbellosen Tiere. Braunschweig 1898.
- Stieda, L., Studien über den Bau der Cephalopoden. Zeit. wiss. Zool. Vol. 24. pag. 84—122. 1874.
- Uexküll, J. v., Physiologische Untersuchungen an *Eledone moschata*. 2. Die Reflexe des Armes. Zeitsch. Biol. Bd. 30. pag. 179—183. 1894.
- , Physiologische Untersuchungen an *Eledone moschata*. 3. Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung in den Nerven. Zeitschrift Biol. Bd. 30. pag. 317—327. 1894.
- , Physiologische Untersuchungen an *Eledone moschata*. 4. Zur Analyse der Funktionen des Centralnervensystems. Zeit. f. Biol. Bd. 31. pag. 584—609. 1895.
- , Studien über den Tonus. 5. Die Libellen. Zeitschr. f. Biol. Bd. 50. p. 168—202. 1908.
- Vogt, C. A., Yung, E., Traité d'anatomie comparée. Vol. 1. (*Sepia officinalis*). pag. 844—897. Paris 1882—1888.

## Das Auge vom Renntier.

Von

**D. Tretjakoff** (St. Petersburg).

---

Mit Tafel V und 10 Figuren im Text.

---

### *Einleitung.*

Im Herbst d. Js. 1910 erhielt ich von Herrn stud. *Goudwill* zwei in 10% Formalin fixierte Augen vom Renntier, Rangifer tarandus. Die Augen waren vom Herrn *Goudwill* bei Gelegenheit eines Aufenthalts an der Murmanschen Küste (Eismeer, biologische Station der kaiserl. Naturforschergesellschaft in St. Petersburg) vom frisch getöteten erwachsenen Tiere persönlich und sehr sorgfältig genommen. Ich erhielt die Augen in sehr gutem Zustande, so daß ich die Absicht hatte sie für meine Sammlung von Augenpräparaten zu verwenden. Als ich aber das erste Auge eröffnet hatte, bemerkte ich in demselben an der Stelle des von *G. L. Jonson* [15] angegebenen fibrösen Stranges einen gekrümmten Zapfen, der im fixierten Auge ganz weiß war. Einen vollkommen ähnlichen und symmetrisch mit dem ersteren geformten Zapfen fand ich auch im anderen Auge, welches demselben Tier entnommen war. Der Zapfen nimmt eigentlich genau die Stelle des von *Jonson* gefundenen Stranges ein, sieht aber ganz anders aus, weshalb ich den von *O. Schultze* [25], nach der Angabe von *Zürn* [34], bei anderen Säugern bemerkten Conus hyaloideus gefunden zu haben vermutete. Da ich die Gebilde, die einem Conus hyaloideus entsprechen möchten, mehrmals bei jungen Katzen und Hunden persönlich untersucht hatte und die Ergebnisse dieser Untersuchungen in der nächsten Zeit zu veröffentlichen gedenke, wollte ich den Zapfen im Auge vom Renn-

tier genau histologisch untersuchen. Ebensolche papilläre Zapfen wurden schon mehrmals von vielen Verfassern beobachtet, histologisch sind sie fast gar nicht untersucht. Um das notwendige Material mir in reichlicher Menge zu verschaffen, wendete ich mich mit der Bitte an den Vorstand der Murmanschen biologischen Station, Herrn *G. Kluge*, welcher mir in freundlichster Weise die genügende Anzahl von in Formalin fixierten Augen des Renntiers sammelte und zuschickte. Für dieses Material spreche ich hier *G. Kluge* meinen verbindlichsten Dank aus.

Die ganze Frage über die Morphologie der rudimentären Bildungen an der Eintrittsstelle des Sehnerven wird in den meisten Lehrbüchern nur wenig behandelt. Aus dem ausführlichsten *Gegenbaur*-schen Buch kann man davon nicht viel herauslesen.

Im Fischauge befindet sich eine gefäßführende Leiste, die nach den genauesten Angaben und Ausführungen von *H. Virchow* [29] in Form einer Platte von unten her, im Bereiche der Augenblasenspalte in das Auge sich vorschiebt und unter dem Namen *Processus falciformis* schon längst bekannt ist. Obgleich *H. Virchow* die Bezeichnung *Processus falciformis* als nicht in jedem Fall passend erklärt hatte, spricht man noch jetzt vom *Processus falciformis* und von seinen Derivaten. Die Leiste bleibt ganz niedrig bei einigen Fischen (Stachelflosser), bei anderen Arten ist sie hoch entweder nur proximal oder distal, oder überhaupt nur in der distalen Partie entwickelt. Für unseren speziellen Fall ist es wichtig, die vierte Variation der Leiste zu erwähnen, wenn dieselbe eine bedeutendere Höhe an ihrem proximalen Ende gewinnt, distal aber niedrig bleibt.

Nach den von *H. Virchow* gemachten Angaben läßt sich über die Entstehung der Leiste vorläufig keine bestimmte Antwort geben. Die Leiste gehört vielleicht zur Chorioidea, obgleich ihre Gefäße von den Gefäßen der Chorioidea unabhängig sind. Besser wird sie durch ihren Inhalt charakterisiert. Die Leiste besteht nämlich (*H. Virchow*, l. cit.) aus Bindegewebe, dem auch Pigmentzellen beigemischt sein können. Die Pigmentzellen fehlen manchmal vollständig, so daß die Leiste pigmentfrei ist. Da die Leiste einen Hilfsapparat des Linsenmuskels darstellt, beherbergt sie den Nerv des Muskels und die dem

Muskel zustrebende Arterie. In der Leiste selber bilden die Blutgefäße ein selbständiges Netz. Was aber die morphologische Bedeutung der Arterie betrifft, so ist sie, nach der Vermutung von *H. Virchow*, am wahrscheinlichsten mit der Glaskörperarterie der Cyprinoiden vergleichbar.

Es sind noch im Fischauge die Anhangsgebilde der Leiste vorhanden, unter welchen das sogenannte kegelförmige Gebilde am proximalen Ende der Augenblasenspalte beim Dorsch und beim Barsch, *H. Virchow*, [29] emporragt.

Ich möchte betonen, daß schon bei Fischen die Leiste sich am distalen und proximalen Ende der Augenblasenspalte umzuformen beginnt und daß es deswegen a priori denkbar ist, daß die bei höheren Wirbeltieren vorkommenden Gebilde, die irgendwelche Beziehungen zur Augenblasenspalte zeigen, genetisch mit der Leiste der Fischeaugen in Zusammenhang zu bringen sind.

Im Vogelauge ist mit der Augenblasenspalte der Fächer genetisch verbunden, welcher einen Vorsprung darstellt, der aus dem proximalen Abschnitt der Augenblasenspalte in den Glaskörperraum hervorragt, während der distale Abschnitt der Spalte geschlossen wird.

Unter den Bestandteilen des Fächers sind zu erwähnen: die wenig untersuchte Grenzhaut und die ebensowenig in ihrem Aufbau aufgeklärte Bidesubstanz, ferner, die Blutgefäße und die Pigmentzellen.

Beim Pinguin ist der Fächer nach *Beauregard* [2] fast pigmentlos. Von manchen Verfassern wurde die Verbindung des Fächers mit der Linsenkapsel *Petit*, *Haller*, *Home*, *Treviranus*, *Stannius*, *Beauregard*, neuerdings *Franz*, [9] behauptet.

Von anderer Seite liefert die embryologische Untersuchung des Fächers im Auge vom Hühnchen nach den neuesten Angaben von *Bernd* [3] neue und wichtige Hinweisungen. Nach den Beobachtungen von *Bernd* ist anfänglich eine rein mesodermale Anlage des Fächers vorhanden, die meistens in den Glaskörperraum hervorragt und in späteren Stadien an beiden Flächen durch die beiden Blätter der Augenblase bedeckt wird. Es schieben sich nämlich beide Schichten der Augenblase auf die Flächen der mesodermalen Platte empor und hüllen dieselbe vollständig ein.

Die ectodermalen Schichten der Augenblase sind in einer gewissen Entwicklungsphase sogar so mächtig entwickelt, daß das Mesoderm dagegen an Masse zurücktritt. Die Umhüllung des mesodermalen Fächers durch die ectodermalen Schichten beginnt an der proximalen Seite, wo ein proximaler Endabschnitt, welcher nur aus Ectoderm besteht, sich befindet. Es gelingt nicht in späteren Stadien die ectodermale Schicht und das Bindegewebe voneinander zu unterscheiden. Die Einzelheiten dieser Umbildung wurden vom Verfasser leider nicht verfolgt.

Vom Fächer des Vogelauges ist keine große Reihe der verschiedenartigsten Variationen bekannt; er bewahrt seine Form und seinen Bau und in dieser Beziehung belohnt er die Bemühungen der Morphologen sehr wenig. Es ist unbedingt notwendig für die Beurteilung seiner morphologischen Bedeutung die weniger differenzierten Gebiete, die ihm entsprechen könnten und bei Saurosiden vorhanden sind, zu berücksichtigen.

Hier gerade ist die Stelle, die wichtigen Beobachtungen, die *Parker* [19] am Auge von *Apteryx* gemacht hatte, zu erwähnen. *Owen* [18], (zitiert nach *Jonson*) hatte nämlich früher das Auge von *Apteryx* fächerlos gefunden, dagegen entdeckte *Parker* [19] im embryonalen Auge von *Apteryx* die konische pigmentierte Erhöhung, welche über der optischen Papille emporragt. *G. L. Jonson* fand später [15] bei seinen ophthalmoskopischen Untersuchungen der Augen von den verschiedensten Tieren, daß beim erwachsenen *Apteryx* ein wohl ausgebildeter Fächer vorhanden ist. Er hat die Form eines pigmentierten konischen Zapfens, welcher fast bis an die Linse reicht. Seine Basis bedeckt die ganze Papille des Sehnerven.

Nach den Angaben von vielen Verfassern tritt bei Lacertiliern ebenfalls ein Zapfen, welcher auf der Papille sich befindet, auf. Bei der *Lacerta* fand *Kessler* [29] einen zylindrischen, pigmentierten Zapfen, der mit abgerundeter Spitze endigt. Im Zapfen liegt ein weites Blutgefäß, von kleineren Gefäßen umgeben. Ähnliche Vaskularisation läßt sich auch in den Varianten des Zapfens, welche bei anderen Eidechsen vorkommen, bemerken (bei *Monitor*, z. B.). *Kopsch* fand bei *Lacerta agilis* den Zapfen 0,6 mm lang bei einer Augen-

achse von 2,6 mm. Seine Dicke beträgt 0,15 mm. Der Hatteria fehlt der Zapfen (*Carrière*), es befindet sich jedoch, nach den Beobachtungen von *H. Virchow* [29], an der Grube der Papille des Sehnerven ein opaker Streifen, welcher auf den Schnitten eine Zellanhäufung zeigt; die Zellen gehören zu den gliösen Elementen, die keine Beziehung zum Glaskörper offenbaren. Die Kapillaren zeigen auch keine Beziehung zum erwähnten Streifen, obgleich sie im intrabulbären Stücke des Sehnerven dicht bis an die Oberfläche der Papille reichen.

Es fehlt nicht ein Zapfen oder ein flaches Polster dem Schlangenaugen. Untersuchungen von *H. Virchow* erledigen die Sache in genügender Weise, wenn sie auch in histologischer Beziehung nicht weit geführt worden sind. Nach den Angaben dieses Verfassers wird das Polster in seiner zentralen Partie durch die Gefäße des Glaskörpers durchbohrt, hat aber keine eigenen Gefäße.

Im embryonalen Auge von *Coronella* [29] befindet sich ein Zapfen, aus dem wahrscheinlich das Polster entsteht.

Bei den Krokodiliern findet sich ein pigmentiertes Polster, welches aber schon eigene Gefäße besitzt. Bei den Schildkröten lauten die Angaben *Sömmerings* bei *Testudo Mydas* über ein Gebilde, welches *H. Virchow* unpigmentiertes Polster nennt. *Beauregard* [2] hat ein besonderes Gefäßnetz der Papille im Auge von *Testudo mauritanica* beschrieben. *H. Virchow* empfiehlt in seinem Referat [29] bei der Betrachtung der morphologischen Beziehungen zwischen dem Zapfen und dem Fächer äußerste Vorsicht. Die Verteilung der Blutgefäße im Zapfen und im Fächer bietet jedenfalls für die Homologisierung derselben miteinander noch immer gewisse Schwierigkeit, die aber nach meiner Meinung durch die Entdeckung des Fächers im Auge von *Apteryx* teilweise überwunden erscheint. Übrigens spricht *Virchow* selbst: „Ich will durchaus nicht behaupten, daß dem embryonalen Verhalten das allein entscheidende Wort in morphologischen Fragen zukommt, zumal nicht, wenn es sich um Gefäßanlagen handelt.“

Wenn die Homologie zwischen dem Zapfen der Eidechsen und dem Fächer wirklich besteht, ist es jedenfalls sehr auffallend, daß bei dieser Gelegenheit die Topographie des Fächers und des Zapfens nur eine untergeordnete Rolle spielt; der Zapfen bei *Apteryx* und



bei Eidechsen befindet sich auf der Papille, der Fächer liegt an der ventralen Seite des Auges.

Nun wollen wir die Beziehungen der verschiedenen Klassen und besonders die Möglichkeit der Homologisierung des Fächers mit der Leiste des Fischeauges betrachten. *H. Virchow* sagt, daß der Fächer, indem er nur den proximalen Teil der Augenblasenspalte einnimmt und die Leiste, welche die Spalte in ganzer Länge hüllen kann, nicht homolog sein können. Wir sahen aber, daß die Leiste sowohl proximal wie distal besonders entwickelt und differenziert sein kann. Fällt aber nach der Entdeckung des Fächers im Auge von *Apteryx* dieser topographische Unterschied zwischen Fächer und Zapfen und, vielleicht, der Leiste des Fischeauges, so ist es nach meiner Meinung jedenfalls sehr wahrscheinlich, daß diese drei Gebilde nur Erscheinungen divergenter Entwicklung sind und dieselbe Anlage darstellen. Damit ist aber nicht gesagt, daß die Gefäße derselben Übereinstimmung zeigen müssen, im Gegenteil, in der Gefäßverteilung liegt vielleicht der Grund der Divergenz.

Bei Amphibien finden sich, nach meinen Untersuchungen [27], Reste der Leiste in der Form einer Gruppe von unteren Ciliarfalten bei Anuren oder einer einzigen Ciliarfalte der Urodelen. Diese Ciliarfalten sind mit dem *Musculus protr. lentis* versehen, sie erhalten also die Lage und Funktion der Leiste. Die Gefäße sind hier, wie in den meisten Fällen, für die Homologie nur von untergeordneter Bedeutung. Die Glaskörpergefäße sind sehr wahrscheinlich bei verschiedenen Tieren identisch, treten aber bei einigen Tieren distal, bei anderen — proximal im Glaskörper ein. Es ist sehr schwierig, manchmal vielleicht unmöglich, die Feststellung der Homologie mit Hilfe der Gefäßanordnung durchzuführen. Es gelingt aber leichter, bei in anderer Weise festgestellter Homologie, die ganz differenten Bilder der Gefäßanordnung zu einem einheitlichen Schema zu vereinigen.

Soviel ich mich bei der Untersuchung der Entwicklung des Frosch- auges überzeugen konnte, treten sogar im Verlaufe der Ontogenese bedeutende Verschiebungen der Eintrittsstelle der *Arteria hyaloidea* im Glaskörper auf.

Bei allen oben angeführten Wirbeltieren sind Variationen eines

Gebildes vorhanden, welches genetisch mit der Augenblasenspalte zusammenhängt. Es ist jedenfalls nicht verwunderlich, daß Reminiscenzen derselben Anlage hartnäckig bei Säugern wiederkehren.

Im Anschluß an die allerersten Untersuchungen über die *Macula lutea* und *Arteria hyaloidea* war beim Menschen und bei Haustieren ein kleiner Zapfen beschrieben, der sich auf der Eintrittsstelle des Sehnerven befindet. Nach der Behauptung von *Zörn* [34] wurde erst von *E. Home* im Jahre 1798 das Vorhandensein eines solchen Zapfens im Ochsen- und Schafauge nachgewiesen, nur hielt *Home* den Zapfen für eine eigentümlich geformte *Macula lutea*.

*J. M. Wenzel* [1800] glaubte den Zapfen als ein Blutgefäß auffassen zu können, *Meissner* beschrieb im Jahre 1855 einen Vorsprung, 3 mm lang, am Optikuseintritt bei einer menschlichen Leiche. Er hielt den Vorsprung für die obliterierte *Arteria hyaloidea persistans*. Ähnliche Beobachtungen waren von *Sämisch* [1863], *Zehender* [1863], *Toussaint* [1863], die jedenfalls nur von der *Arteria hyaloidea*, aber von keinem Zapfen sprechen, gemacht.

*Manz* [11] bemerkte einen Zapfen in der Mitte der Papille; aus dem Zapfen zog eine vollkommen obliterierte *Arteria hyaloidea* aus. Das war beim Mädchen im Alter von 24 Jahren beobachtet, aber der Verfasser fügt noch hinzu, daß in den Augen acephaler Mißgeburten ähnliche Verhältnisse recht häufig vorkommen. Der Zapfen hatte konische Form, war von einer lymphatischen Scheide und von Endothel umgeben und beherbergte ein dickwandiges Gefäß.

*Finklein* und darauf *H. Müller* [1872] hatten den Zapfen im Ochsenauge in der Gestalt der konischen, weißlichen Hervorragung an der Eintrittsstelle des *Nervus opticus* gefunden. Die Hervorragung endigte vorn mit einer fadenförmigen Fortsetzung. *Finklein* hat sogar zwei solche Hervorragungen gesehen. *Müller* hielt das Gebilde für eine *Arteria hyaloidea* oder einen Rest derselben. Im Auge des jungen Tieres findet sich im hinteren Abschnitt des Fadens Blut, während der vordere Abschnitt schon obliteriert ist.

Was die mikroskopische Struktur des Gebildes anbelangt, so wird der Faden nach den Beobachtungen von *H. Müller* von zahlreichen Kernen umgeben, die parallel der Längsrichtung des Fadens liegen.

Außerdem bemerkt man um den Faden die strukturlose Scheide, die sich auf den Zapfen fortsetzt. In der Substanz des Zapfens unterscheidet man dicht angehäuften Kerne, die in der homogenen Grundsubstanz eingelagert sind. Manchmal ist der Zapfen keulenförmig. Seine Dicke erreicht 1 mm, die Länge — mehrere Millimeter.

Die Ansammlung der Kerne hört häufig am Übergang des Zapfens in den Faden auf; der Faden unterscheidet sich scharf vom Zapfen. Manchmal kommt es auch vor, daß die Kerne den Faden begleiten, indem sie zwischen dem Faden und der strukturlosen Scheide liegen.

Es rührt noch eine Beobachtung über den Zapfen im Auge vom Pferd und Schwein von *Leuckarts* Seite her.

Beim Kalbe studierte das entsprechende Gebilde *Beauregard* [2]. Im geöffneten Auge des Kalbes bemerkte der Verfasser einen weißlichen konischen Zapfen, welcher sich in den ebenfalls weißen Faden fortsetzte. Der Zapfen besteht aus rundlichen Kernen, die in einer hyalinen Grundsubstanz gelagert sind: dieses Verhalten betrachtet der Verfasser als einen embryonalen Zustand des Gewebes. Nach seiner Darstellung steht das Gewebe des Zapfens in Beziehung zum chorioidalen Gewebe, dessen Fortsetzung in der Eintrittsstelle des Sehnerven ein Dreieck bildet, der am Längsschnitt des Sehnerven denselben in zwei symmetrische Bündel teilt. Wegen der divergierenden Richtung dieser Bündel entsteht im Zentrum der Papille eine trichterförmige Vertiefung, deren Bogen sich dem chorioidalen Dreieck nähert. Der Trichter wird durch ähnliches Gewebe, wie es im Zapfen zu finden ist, ausgefüllt. Diese Schicht bildet also die breite Basis des Zapfens.

Diese Verhältnisse betrachtet *Beauregard* als embryonale und findet sogar einige Züge von Ähnlichkeit mit gewissen Stadien der Entwicklung des Pecten resp. Fächers im Vogelauge. Der Zapfen ist nur 0,9 mm hoch und 0,40 mm dick.

Bei einem anderen Kalbe fand *Beauregard* ein anderes Verhalten, da der 1 mm lange Zapfen ein Netz von Kapillargefäßen enthielt. Die Achse des Zapfens war durch ein größeres Gefäß eingenommen, welches sich in den Glaskörper fortsetzte und auch im Glaskörper von den längs des Gefäßes gelagerten Venen begleitet wurde.

*Beauregard* fand den Zapfen auch beim Schaf, aber nur 0,35 mm lang. Histologisch war der Zapfen ebenso gebaut wie beim Kalbe, hatte aber keine konische Form. Seine Spitze war durch die gefaltete hyaloide Substanz bedeckt.

Die Beobachtungen von *Beauregard* wurden im Referat von *H. Virchow* eingehend berücksichtigt, wenn auch die gewebliche Analyse dem Verfasser nach der Meinung von *H. Virchow* wenig geglückt ist; der Beobachtung von Blutgefäßen legt *H. Virchow* jedenfalls einen gewissen Wert bei.

Unter Betonung des Unterschiedes zwischen dem proximalen Zapfen und dem dünneren distalen Faden beschreibt *H. Virchow* kurz die Befunde im Auge der Fledermaus, in welchem er das Gebilde bemerkte, welches aus dem basalen Polster und dem distalen Faden bestand. Der Faden war dünn, enthielt aber Kerne und nur an der Spitze schien er mit dem Glaskörper zusammenzuhängen. Das Polster wurde durch eine Zellmasse gebildet, die die trichterförmige Exkavation der Papille des Sehnerven füllte, ohne über dieselbe zu prominieren.

Nach den Ansichten von *H. Virchow* stellen die oben beschriebenen Zapfengebilde im Auge der Säuger kein genügendes Material dar, um die Entscheidung über die Verbindung zwischen dem Gewebe der Papille und dem Gewebe des Glaskörpers zu gewinnen. In dieser Beziehung soll die Untersuchung der Augen der niederen Wirbeltiere mehr lohnend sein.

Was eine von *Beauregard* ausgesprochene Ansicht über die Homologie des Zapfens der Säuger mit dem der Reptilien betrifft, so hält *H. Virchow* das Gebilde bei Säugern zu ungenügend charakteristisch, um eine bestimmte morphologische Auffassung zu liefern. Jedoch schreibt er dem Vorkommen von Blutgefäßen im Zapfen der Säuger-  
augen eine Bedeutung zu. Man könnte nach seiner Meinung glauben, daß diese Bedeutung nur durch ungenügende histologische und embryologische Angaben zu einer bestimmten Schlußfolgerung zu erwachsen verhindert wird.

Etwas anderer Ansicht ist *George Lindsay Jonson* [15], bei der Schlußbetrachtung seiner bemerkenswerten Arbeit. Bei seinen ophthalmologischen Untersuchungen der Augen der Säuger

konnte er sich überzeugen, daß in den Augen einiger Säuger, die eine retinale Zirkulation noch nicht besitzen, die Blutgefäße nur auf das Areal der Papille des Sehnerven beschränkt sind und hier ein dichtes Netzwerk bilden. Diese Anordnung soll nun, nach den Ansichten von *Jonson*, auf die präammalen Verhältnisse hinweisen und steht im Gegensatz mit dem Verhalten der nicht untereinander anastomosierenden retinalen Gefäße, die in den gut vaskularisierten Netzhäuten von anderen Säugern vorkommen.

Das areale Netz ist bei Marsupialieren *Parameles lagotis* und *Hypsiprymnus rufescens* und beim Nagetier *Myopotamus coypu* am besten ausgeprägt; bei allen drei Tieren findet sich das areale Blutgefäßnetz im Glaskörper eingeschlossen. Diesen reich vaskularisierten Zapfen betrachtet *Jonston* als „an unmistakable pecten“. Er ist also ein pectinoides Gebilde, welches beim Känguruh an der Eintrittsstelle des Sehnerven im Glaskörper hervorragt. Beim *Hypsiprymnus* scheint das Netz dichter, als bei *Parameles*, beim letzteren liegen die Gefäßschlingen frei, also ohne den sie deckenden Zapfen, im Glaskörperraum.

Bei *Chinchilla* und bei *Coelogenys* finden sich nur unbedeutende Reste dieser Bildung in Form des Kissens, und in selteneren Fällen findet man eine ähnliche Anordnung der Blutgefäße in den Augen von *Castor* und *Cavia*, in welchen das Gefäßnetz gleichzeitig mit dem Rest des *Cloquetschen* Ganges oder, besser gesagt, mit dem der Wand des Ganges sich findet.

Das Rudiment des *Cloquetschen* Ganges oder der *Arteria hyaloidea* stellt also, nach *Jonson*, ein Gebilde von anderer Art dar, das nicht dem Fächer des Vogelauges, sondern dem *Processus falciformis* des Fischeauges homolog sein muß.

Zu den erwähnten Befunden der *Arteria hyaloidea persistens* fügt *Jonson* seine Beobachtungen über das Vorkommen derselben im Auge von *Cervus porcinus*, *Alactaga*, *Muridae* und *Myoxidae* hinzu. Beim *Cervus porcinus* zieht der weiße, fibröse Strang von der Mitte der *Papilla optica* bis zur hinteren Fläche der Linsenkapsel. Dasselbe fand er bei *Rangifer tarandus* und *Gacella doreas*.

Nach alledem finden sich also im Säugerauge beide präammale

Gebilde — Fächer und Leiste, welche nach der Auffassung von *Jonson* jedenfalls nur Analogie, aber keine Homologie bieten. Sie lassen den Platz dem dritten progressiven System, demjenigen der retinalen Gefäße. Die Beziehungen zwischen den beiden ersten Systemen sprechen sich, nach *Jonson*, in folgender Weise aus: „The existence of the core central in position is important. It is the remnant of the same supporting structure, including *Cloquets* canal and the strands of the falciform process which has become surrounded, bespun by the artery and returning vein, which forms the vascular meshwork of the pecten. This is in reality a detached portion of the chorioidal plexus, which has got into the secondary eye-cup to nourish the corpus vitreum; but it receives its vessels from those of the sheaths of the optic nerve, and is non, at least in Birds, shut off from the choroid and retina proper by the optic disc. In the Mammalia this same basketwork of vessels (arterial and a returning vein) does not always surround the Cloquet cone, it lies free, aside of it; and when the Cloquet canal (a remnant of the falciform process itself) is reduced or lost, there naturally the ‘pecten’ extends as a free unsupported basketwork into the vitreous body.“

Diese theoretische Erwägungen von *Jonson* unterscheiden sich von denen von *Virchow* besonders in einem Punkte. *Jonson* hält in entschiedener Weise die Homologie zwischen den arealen Hervorragungen und Zapfen im Reptilienauge, von einer Seite, und, von anderer Seite, dem Fächer im Vogelaug für selbstverständlich. In dieser Annahme wird er durch eigene Beobachtung am Apteryxaug bestätigt, an welchem er bei ophthalmoskopischer Untersuchung (bei *Apteryx mantelli*) einen gut entwickelten Fächer gefunden hat. Wie ich schon oben zitiert hatte, bedeckt der Fächer von *Apteryx* mit seiner Basis die ganze Papille des Sehnerven und zeigt keine Faltenbildung. Der Größe nach zeigt der Fächer des *Apteryx* ähnliche Verhältnisse, wie bei manchen Vogelarten.

Die Angaben von *Jonson* möchte ich, da sie zu ausschließlich auf ophthalmoskopische Untersuchungen basiert sind, einigermaßen kritisch betrachten. Der Zapfen von *Apteryx* stellt, nach meiner Meinung, eher den gefäßhaltigen Vorsprung, welchen wir bei Lacer-

tiliern finden und welcher bei Iguana [29] sogar leicht gefaltet ist, als einen echten Fächer dar. Von anderer Seite bleibt beim Pinguin der Fächer klein und unpigmentiert. Es finden sich also bei Reptilien wie bei Vögeln Modifikationen eines präsauropsidären Organes, dem nach meiner Meinung der Name „Processus papillaris“, „papilläre Falte“ am besten passen möchte. Ich schlage den Namen entsprechend den Bezeichnungen Processus ciliaris und Processus falciformis vor.

Die Beobachtungen von *H. Virchow* benutzend, sehe ich die primitive papilläre Falte bei Hatteria im erwähnten Streifen an der Papille, der aus glösen Zellen besteht und keine bestimmte Gefäßanordnung, die in anderen Fällen ein wichtiges Merkmal bildet, zeigt. Es ist aber noch nicht bewiesen, daß diese Gefäßanordnung allein ausschlaggebend ist. Bis jetzt müßte man die Anordnung von Gefäßen in erster Linie deswegen ins Auge fassen, weil andere gewebliche Bestandteile der papillären Falte zu wenig bekannt waren. In dieser Beziehung hoffe ich, daß meine histologischen Angaben über den Processus papillaris im Auge vom Renntier nicht unnütz sein werden.

Da aber wir in dieser Frage mit sehr feinen Verhältnissen und kleinen Merkmalen zu tun haben, finde ich mich verpflichtet, die literarischen Angaben möglichst vollständig durchzusehen. Ich will dabei nochmals auf den strengen Unterschied, welchen *Jonson* zwischen den Derivaten des Fächers und der Leiste durchzuführen sucht, hinweisen. Er berücksichtigt die früheren Befunde der Arteria hyaloidea persistens, indem er drei Formen von diesem Rudiment beim Menschen und bei den Primaten unterscheidet. Erstens kommt ein kurzes blindes Gefäß, welches mit Blut gefüllt ist, als eine Fortsetzung der Arteria centralis retinae vor (*Hannover 1853* u. a.), zweitens findet man eine blutleere Tube (*Cloquet*), drittens bleibt ein weißer fibröser Strang, der mitunter auch an der Linsenkapsel befestigt sein kann.

Ich möchte noch neuere Hinweisungen und Beobachtungen hinzufügen, ohne Vollständigkeit zu beanspruchen, da mir die medizinische Literatur hier schwer zugänglich ist. Im Menschenauge wurden die Reste der fetalen Glaskörpergefäße neuerdings von *Rum-schewi sch* [1903], *Van Duyse* [1902], *Cirincione* [1909], *Flämning* and *Pearsons* [1903], *Alexander* [1903], *Wachtler* [1903], *Sachs alber* [1903].

*Polte* [1904], *Hirsch* [1904], *Van Genns* [1904], *Rohwandl* [1906], *Brückner* [1907] beobachtet.

*Rawitz* [21] beschrieb bei drei Exemplaren von *Phocoena communis* einen dünnen, an der Basis pigmentierten Faden, welcher von der ebenfalls pigmentierten Papille in den Glaskörperraum hineinragte.

Beim Menschen hat *Cirincione* [5] in 2 Fällen strang- oder zapfenartige Anhänge der Papille des Sehnerven gesehen, welche in den Glaskörper hineinragten. Ein Fall wurde von ihm mikroskopisch untersucht; die Zeichnung gibt einen Zapfen mit Endverdickung wieder. Es ist dabei interessant zu bemerken, daß die Netzhaut eine Strecke weit an ihm nach innen sich fortsetzt. Zu derselben Reihe der Beobachtungen muß man vielleicht noch eine Bemerkung von *Harman* [13] zählen, der eine bindegewebige (?) Scheibe an der Papille ophthalmoskopisch beim Menschen beobachtete. Es ist auch bemerkenswert, daß die Blutgefäße am Rande der Scheibe erscheinen.

Im Falle von *Flämning* and *Pearsons* handelte es sich um ein bindegewebiges Polster, welches die Rückseite der Linse bedeckte und in welches die persistierende Arteria hyaloidea eintrat.

*Alexander* [1] und *Wachtler* [33] beobachteten Gefäßschlingen im Glaskörperraum. Man sieht, daß die histologische Analyse der entsprechenden Gebilde in den letzten 10 Jahren keine großen Fortschritte gemacht hat.

Wir bleiben also bei der Annahme von *Jonson*, daß Rudimente der Arteria hyaloidea etwas ganz anderes darstellen, als Rudimente vom Fächer. Bei diesem Verfasser habe ich keine systematische Begründung dieser Ansicht gefunden. Soviel ich mich überzeugen konnte, spricht nach der Meinung von *Jonson* der Zusammenhang der Arteria hyaloidea mit der Linsenoberfläche zugunsten der Homologie mit der Leiste des Fischeauges. Einen anderen Grund zeigt *Jonson* bestimmter an — es ist nämlich das gleichzeitige Vorkommen des papillären Gefäßnetzes und des Restes des *Cloquetschen* Ganges bei *Cavia* und *Castor*. Ob diese beiden Gebilde miteinander unvereinbar sind, bleibt noch jetzt eine offene Frage.

Nach den angeführten Angaben (siehe *Beauregard*) erscheint im Auge der Säuger ein Rest der Arteria hyaloidea in Form eines



Zapfens, welcher aber nicht nur den vermeintlichen Rest der Arterie und Vene beherbergt, sondern noch eine Ansammlung von Kapillaren in sich einschließt. In dieser Zusammensetzung erscheint der Zapfen in hohem Grade vergleichbar mit den von *Jonson* beschriebenen Rudimenten vom Fächer im Mammalierauge.

Leider sind in letzter Zeit die papillären Zapfen im Mammalierauge histologisch fast nicht untersucht worden, obgleich sie, nach den Angaben von *Zörn* [34] beim Rind in etwa 25—30, beim Schaf und Ziege in etwa 15—20% der Augen vorkommen, s. a. *Zietzschmann* [7].

Im Cervidenauge fand *Jonson* „a white fibrous band, extending from the central trunk at its entrance in the disc to the posterior capsule of the lens“. Als ich im Auge vom Rangifer einen Zapfen genau an der Ursprungsstelle des bezeichneten fibrösen Stranges anstatt des Stranges selber gefunden hatte, fragte ich mich, ob nicht dieser Zapfen als Rest der Arteria hyaloidea angesehen werden muß. Da er eine äußere Ähnlichkeit mit dem Zapfen der Reptilien hat, soll er vielleicht die Beziehungen zum präsauropsiden Zapfen oder der papillären Falte zeigen. Den Angaben von *Cirincione* zufolge, kommt auch beim Menschen an der Stelle des Stranges eine zapfenförmige Hervorragung an der Papille vor. *H. Virchow* bringt den papillären Abschnitt der Arteria hyaloidea in Zusammenhang mit dem Polster an der Papille im Auge von der Fledermaus. Die Frage über die morphologische Stellung des Zapfens scheint also für das Säugerauge von Bedeutung zu sein.

Zum Schluß der literarischen Übersicht führe ich buchstäblich die Beschreibung des ophthalmoskopischen Bildes des Augenhintergrundes von Cerviden, die *Jonson* in seiner Schrift liefert: „The disc is very peculiar. Its shape is horizontally oval, but much more extended laterally in proportion to its width than in any other group of animals except certain of the Rodents. In the Hog Deer (*Cervus porcinus*) it appears to consist of three separate discs placed side by side and fused together, each having its main artery and vein springing from the centre. The disc of the Reindeer (*Rangifer tarandus*) follows much the same plane, but the pigment network is less marked.“

Zum Vergleiche mit den Augen von anderen Tieren benutzte ich

außer den literarischen Angaben noch die Sammlung von mikroskopischen Präparaten und der ganzen trockenen Augen von Haustieren, die ich seit Jahren in hiesigem Institut (Anatomisch-Histologisches Institut der Universität St. Petersburg, Vorstand Prof. A. S. Dogiel) hergestellt habe.

### *Eigene Untersuchungen.*

Die in meine Hände gelangten Augen vom Renntier zeigen folgende Größenverhältnisse.

Durchmesser vom vorderen Pol bis hinteren —28—30 mm, horizontaler Querdurchmesser —32 mm, senkrechter Querdurchmesser —30 mm, Länge der mäßig zusammengezogenen Iris von der Wurzel bis zum Pupillarrand bis —5 mm, Dicke der Cornea mit Epithel in der Mitte —0,6 mm, in der Nähe der Sklera —0,7 mm; Dicke der *Descemet*schen Haut in der Mitte —0,05 mm, im Iriswinkel —0,07 mm, Dicke der Schicht des vorderen Epithels der Cornea —0,06 mm; die Sklera ist am Äquator —0,37 mm dick, näher an die Papilla optica —0,65 mm. Das Auge zeigt sich also im Vergleich mit dem Auge von anderen Haussäugetern stark und festgebaut.

Das Bild am Hintergrund des Auges finde ich sehr von dem bei *Jonson* abgebildeten (von *Cervus porcinus*) in manchen Einzelheiten abweichend.

Die horizontal verlängerte Papille des Sehnerven ist beim Renntier nach meinen Messungen 7 mm lang, in der Mitte —4 mm breit. Sie ist nicht symmetrisch und zeigt eine mächtige nasale Verbreiterung. Die größte Breite des temporalen Endes erlangt 2 mm, des nasalen —3 mm (Textfig. 1).

Von der Pigmentierung der Papille war am Formalin fixierten Präparat nichts zu sehen. Soviel ich die Pigmentierung an den Schnitten der Papille sehen konnte, muß beim Ophthalmoskopieren die Papille recht vollständig pigmentiert erscheinen (Textfig. 3).

Der Rand der Papille ist nicht scharf von der Netzhaut abgegrenzt; in den Augen mit faltenlos fixierter Netzhaut zeigt dieselbe nur eine leichte radiäre Strichelung, die nicht weit von der Papille verschwindet.

Die Papille scheint ganz glatt zu sein und ist nur sehr wenig eingesenkt: es wölben sich nur Gefäße und der erwähnte Zapfen hervor.

Was die an der Papille bemerkbaren retinalen Gefäße betrifft, so finde ich an meinen Präparaten nur annähernd die Anordnung, welche von *Jonson* für *Cervus porcinus* abgebildet wird. Deswegen habe ich eine Serie von Querschnitten durch den skleralen Teil des Sehnerven und die Papille gemacht und habe dabei sehr eigentümliche Verhältnisse gefunden.

Neben dem Bulbus oculi ist der Stumpf des Sehnerven aus dem



Textfigur 1.

Querschnitt des Sehnerven vom Renntier in der Entfernung von 3 mm von der Lamina cribrosa sclerae. Vergröß. 9mal.

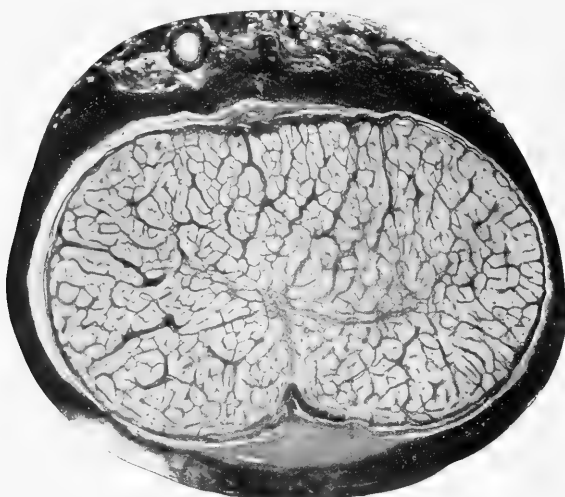
Mikrophot. von *Korossy-Konczek*, St. Petersburg.

Rechts temporal, links nasal.

zylindrischen resp. kreisrunden Querschnitt in den ovalen mit etwas abgeplatteter unteren Fläche (Textfig. 1) verwandelt. Die Arterienstämme finden sich noch vom Nerven durch ein dickes bindegewebige Lager abgetrennt. Im abgebildeten Querschnitt wird es sogar schwer zu bestimmen, welche von den an Dura des Sehnerven anliegenden Arterien die retinalen Arterien sein sollen. Sie liegen eigentlich außerhalb der Durascheide und, nach der Berücksichtigung der distaleren Schnitte, muß man drei retinale Arterien unterscheiden, obere, nasale

und temporale, die nur in der Nachbarschaft von der Lamina cribrosa sclerae näher an den Nerven herantreten.

Die Durascheide ist oben, nasal und temporal gleich dick, unten zeigt sie eine Verdickung und ihr entsprechend ebenfalls eine Verdickung der Arachnoidea, die eine seichte ventrale Rinne des Sehnerven ausfüllt. Ich kann nicht angeben, wie weit diese Rinne cerebralwärts verläuft. Dieser Rinne entsprechend zieht bis zum Zentrum des Querschnittes des Sehnerven, leicht nasalwärts abweichend, eine Reihe von feinen Bündelchen von Nervenfasern, die den Nerv in zwei un-



Textfigur 2.

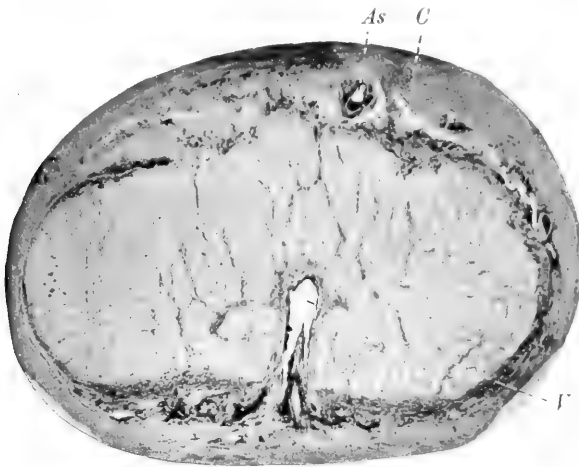
Querschnitt des Sehnerven vom Renntier dicht vor der Lamina cribrosa sclerae. Vergröß. 9 mal. Rechts temporal, links nasal.

gleiche Stücke, wenn auch unvollständigerweise, teilen. Die nasale Partie ist kleiner als die temporale.

In der Pia verlaufen kleinere Gefäße, welche nur für den Nerven bestimmt sind.

Auf den folgenden, distaleren Querschnitten des Sehnerven erscheint derselbe noch mehr abgeplattet, und die erwähnte ventrale Reihe von kleinen Bündelchen wird durch ein bindgewebiges Septum ventrale ersetzt. Im Septum verlaufen nur einzelne Fasern, die an den noch distaleren Querschnitten vollständig aus dem Septum ver-

schwinden. In den äußersten Schichten der Lamina cribrosa sclerae treten in der Konfiguration des Querschnittes vom Sehnerven (Textfigur 3) bedeutende Veränderungen ein. Dabei verwandeln sich die subduralen Räume in ein System von unregelmäßigen, miteinander verbundenen Hohlräumen. An dieses System schließt sich eng ein reiches venöses Geflecht, so daß in der Umgebung des Sehnerven ein schwammiges Gewebe entsteht: die retinalen Blutgefäße dringen durch die Durascheide bis in das schwammige Gewebe hinein. Die temporale Arterie liegt hier fast allseitig von den subduralen Hohlräumen umgeben. Es lassen sich jetzt ganz deutlich drei retinale Hauptarterien



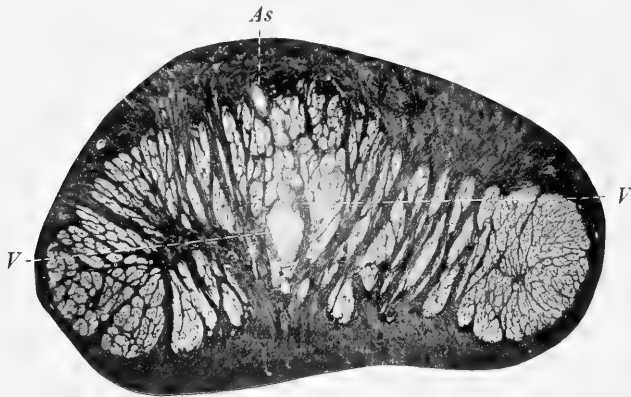
Textfigur 3.

Querschnitt des Sehnerven beim Eintritt in die Lamina cribrosa sclerae. Links temporal, rechts nasal. Mikrophotographie nach einem ungefärbten Präparat, die dunklen Stellen zeigen die Verteilung der Pigmentzellen. *As* = Art. retinae superior, *V* = Confluens venarum, *C* = cavernöser Ring. Vergröß. 9mal.

unterscheiden, eine obere, eine nasale und eine temporale. Auf der Textfigur 3 sind nur die Arteria superior und die Arteria nasalis zu sehen. Die Arteria temporalis liegt doch in der Durascheide des Sehnerven. An der ventralen Seite des Sehnerven erscheinen zwei Venen, die von unten her ins Septum ventrale hineindringen und sich am oberen Rande des Septum zu einem gemeinsamen venösen Sinus vereinigen; sie bilden also einen Confluens venarum.

Der Schnitt auf der Fig. 3 (Textfig.) wurde ungefärbt photographiert und zeigt die Verteilung der Pigmentzellen im Sehnerven kurz vor der Lamina cribrosa und in den äußersten Skleraschichten. Man sieht nämlich die Ansammlungen von Pigmentzellen in der Piascheide und in den dickeren Septen; einzelne Gruppen von Pigmentzellen liegen noch in der Durascheide und in der Sklera oder im schwammigen Gewebe.

In der Lamina cribrosa vollzieht sich jene merkwürdige Umgestaltung des Sehnerven, welche die eigentümliche Form der Papille bedingt. Schon im vorherigen Schnitt ist eine glatte Begrenzung



Textfigur 4.

Querschnitt des Sehnerven innerhalb der Lamina cribrosa. Rechts temporal, links nasal. *V, V* = nasale und temporale Wurzelvenen, *As* = Art. retinae superior. Vergröß. 9 mal.

nur an der temporalen und der nasalen Seite des Sehnerven vorhanden, während in den dorsalen und ventralen mittleren Gebieten die Begrenzung unregelmäßig ist (Textfig. 4).

Das nasale und das temporale Ende des Querschnittsbildes vom Sehnerven treten weit voneinander, während in dem mittleren Gebiete dickere Septen erscheinen und die Bündel von Nervenfasern so gelagert sind, daß diese Partie des Sehnerven im großen und ganzen eine geknickte Platte darstellt.

Drei retinale Arterien bleiben am Rande des Sehnerven liegen und treten gar nicht in die Tiefe des Sehnerven hinein. Der Confluens

venarum bleibt eine Strecke erhalten, dann nimmt er zwei große venöse Stämme auf, die aus den retinalen Venen entstehen.

In solcher Weise geschieht es, daß bei Rangifer die retinalen Arterien nur in der Peripherie der Papille in die Retina (Textfig. 6) übergehen. Die obere Arterie tritt in die Retina am oberen Rande, aber jedenfalls außerhalb der Papille, die nasale und temporale Arterien sind in die Papille eingeschlossen und erscheinen an der inneren Fläche der Papille in einem Abstand vom nasalen resp. temporalen Rande derselben.



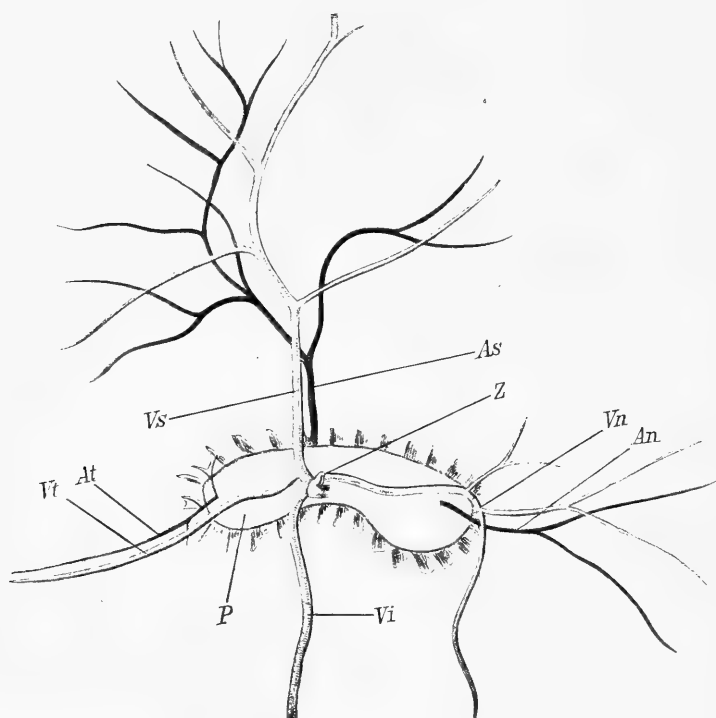
Textfigur 5.

Querschnitt des Sehnerven innerhalb der Papille. *R* = Wurzelrinne, *S* = pigmentiertes Skleragewebe, *W* = Schicht der radiären Gliazellen, *Vn* = nasale Wurzelvene, *Vx* = temporale Wurzelvene. Vergröß. 29 mal.

Die Venen dringen aus der Retina in den Sehnerven von seiner ventralen Seite hinein, sie sind also von den retinalen Arterien topographisch recht beträchtlich abgetrennt.

Vier retinale Venen vereinigen sich zu zwei venösen Stämmen, welche von ihrer Seite in den Confluens venarum einmünden. Beide Stämme möchte ich als Wurzelvenen, Radices venosae, nasalis und temporalis, bezeichnen. Zwischen ihnen liegt das Gebilde, das ich Wurzel des papillären Zapfens, Radix processus papillaris, nennen werde.

Während die übrige Masse von Nervenfasern des Sehnerven immer noch als kleine Bündel vereinigt erscheint, sammeln sie sich im Raum zwischen und oberhalb der Radices venosae zu einem breiten Bündel, welches fast keine bindegewebigen Septen mehr enthält, sondern neben einer großen Anzahl von Nervenfasern noch eine große Menge von gliösen Elementen besitzt. Dank dieser Ansammlung von Glia, ent-



Textfigur 6.

Hintergrund des Auges von der Fläche gesehen. Nach einem fixierten Präparat. *An* = A. nasalis, *As* = A. superior, *At* = A. temporalis, *P* = Papille, *Vi* = V. inferior, *Vn* = V. nasalis, *Vt* = V. temporalis, *Vs* = V. superior, *Z* = Zapfen. Vergröß. 5mal.

steht ein großes, von Septen freies Feld, welches nach oben bis zur Arteria super. retinae gelangt und in seinem unteren Gebiet die Radices venosae einschließt. Der untere Rand des Feldes zeigt eine Rinne, oberhalb deren (Textfig. 5) nur gliöse Elemente vorkommen.

Die Gliafasern verlaufen im Felde radial und divergieren von der Rinne fächerförmig. In geringer Entfernung von der Rinne



liegt die halbringförmige Schicht von Gliazellen: die radialen Gliafasern kann man auch außerhalb der Zellschicht noch weit im Felde verfolgen.

Auf den distaleren Schnitten beginnt diese ringförmige Schicht sich allmählich in einen vollen Ring zu verwandeln. Im Zentrum des Binnenfeldes dieser Schicht bleiben nur wenige bindegewebige Fasern, die aus der Sklera in die Rinne und dann in die Achse der ringförmigen Schicht eindringen. Die Blutgefäße sind aber hier nicht vorhanden und von der Seite der Rinne dringt jedenfalls kein Blutgefäß hinein, ebenso wie keine Beziehungen der Rinne und des Feldes zum Venensystem bemerkbar sind.

Es läßt sich im Zentrum des Ringes außer den bindegewebigen Fasern noch eine kleine, fast obliterierte Höhle bemerken, die von niedrigen Epithelzellen bedeckt ist. Die Höhle ist an beiden Enden blind geschlossen.

Je näher wir an die innere Fläche der Papille kommen, desto weiter wird das septenlose Feld der Nerven, indem es sich in das Polster verwandelt. Die Bündel von Nervenfasern weichen im Polster nach allen Seiten peripheriwärts und lassen für das Polstergewebe einen großen Raum. Die Venenwurzeln verlaufen in diesem Polster und nehmen hier die retinalen Venen auf. Die temporale Wurzel nimmt die obere und die temporale, die nasale Wurzel—die untere und die nasale Venen auf (Textfig. 6).

Die ringförmige Zellschicht geht unmittelbar in den papillären Zapfen hinein. Das gliöse Feld und die Schicht von Zellen werden einigermaßen durch die Venenwurzeln begrenzt und deswegen bekommt man auf Schnitten, besonders auf Längsschnitten der Papille den Eindruck, daß der Zapfen hier eine Wurzel besitzt (Textfig. 7).

Der Zapfen hat eine Höhe (Länge) bis 0,85 mm, seine Spitze ist abgerundet und hat keine Fortsetzung. Er grenzt unmittelbar an den Glaskörper, keine Spur einer Hülle konnte ich an seiner Oberfläche wahrnehmen. Sein Querschnitt ist kreisrund.

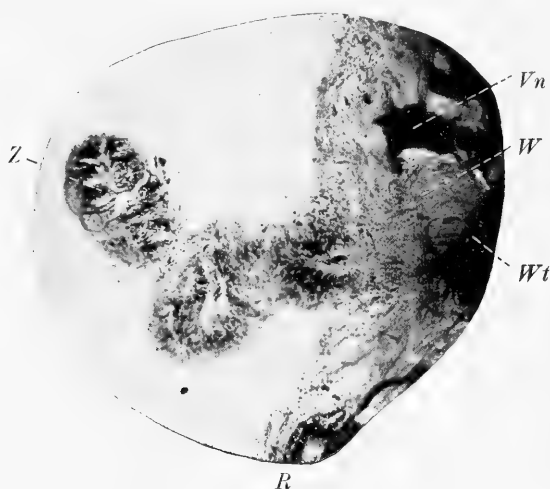
Es kommen in den Augen vom Renntier kleinere, nicht geknickte Zapfen und längere, geknickte vor.

Von der Basis neigt sich der Zapfen erstens nach unten und tem-

poralwärts, dann tritt eine Knickung auf und die distale Hälfte biegt scharf nach oben und nasalwärts um. Es wird weiter der Zapfen mit der Vorwölbung der nasalen, retinalen Vene verbunden, da die Basis des Zapfens fast genau der Lage der nasalen Venenwurzel entspricht.

Um die genaueste gewebliche Analyse des Zapfens durchzuführen, hatte ich ganze Reihen von Färbungsmethoden ausprobiert. Die besten Resultate habe ich mit den von *Benda* empfohlenen Methoden der Neurogliafärbung erzielt.

Unter anderen Methoden lieferten mir brauchbare Präparate, speziell in der Frage über den Anteil der bindegewebigen Fasern im



Textfigur 7.

Senkrechter meridionaler Schnitt der Papille des Auges vom Renntier. Rechts ist die Wurzel des Zapfens (*W*) durch die Wurzelvenen (*Vt* = V. temporalis, *Vn* = V. nasalis) begrenzt. *R* = Retina, *Z* = Zapfen. Vergröß. 50 mal.

Bau des Achsenfadens des Zapfens, die Färbungsverfahren mit Eisenhämatoxylin-Picro-Fuchsin und Anilinblaufärbung nach *Mallory*.

Im allgemeinen bietet der Zapfen im Querschnitt dasselbe Bild, welches seine Wurzel zeigt. Es sind also eine zentrale Achse, eine Schicht von deutlich radiären Gliafasern und die ringförmige Schicht von Zellen vorhanden. Außerhalb der letzteren, an der Peripherie des Zapfens, befindet sich eine Schicht von Gliafasern, die

ein rundmaschiges Geflecht bilden. Da und dort liegen im Geflecht die einzelnen Neurogliazellen, die sich durch ihre Kerne auszeichnen.

Unter der Oberfläche des Zapfens sind in die rundmaschige Schicht dickere Bündel von Gliafasern eingewebt, die schräg oder längs des Zapfens verlaufen und an ihren Enden wieder in einzelne Fasern zerfallen, die mit dem Geflecht verschmelzen.

Die Kerne der Zellen sind oval, etwas größer als die Zellen in der Zapfenwurzel und liegen in der Mittelschicht zwischen der Achse und der Oberfläche in mehreren Reihen (Fig. 1, Tafel V).

Der Zapfen ist vaskularisiert; die in ihm enthaltenen Gefäße sind zweierlei Art. Erstens sind es die Gefäße der Zentralachse, zweitens die Gefäße der ringförmigen Schicht.

Die zentrale Achse wird von einem Netz feinster bindegewebiger Fibrillen gebildet und an einigen Stellen, besonders in der distalen Hälfte des Zapfens wird sie noch von der Neuroglia durch eine bindegewebige Membran von verschiedener Dicke und Vollständigkeit abgegrenzt. Diese Membran sieht in manchen Stellen strukturlos aus und verhält sich wie eine acidophile Substanz, übrigens ist sie aus feinsten leimgebenden Fasern zusammengesetzt.

Im Netz der Fibrillen liegen 3—4 Blutgefäße; zwei von ihnen haben ein größeres Kaliber. Proximalwärts verlaufen sie in die kleine Vene, die in die nasale retinale Vene einmündet.

An die Arterien hat der Zapfen keinen direkten Anschluß; er bekommt das arterielle Blut aus Kapillaren des Polsters.

Was die Kapillaren der ringförmigen Schicht von Gliazellen anlangt, so sind sie auch von verschiedener Dicke und anastomosieren vielfach mit den Kapillaren der zentralen Achse.

Ein dünnes Kapillargefäß senkt sich längs der zentralen Achse bis in die Wurzel des Zapfens, gelangt aber nicht bis in die Rinne und verliert sich unter den Kapillaren in den Septen.

An keinem Gefäß innerhalb des Zapfens befindet sich eine Spur von glatten Muskelfasern; die feinsten Kapillaren sind immer von ebenfalls feinsten bindegewebigen Fasern begleitet.

Es ist also an der Papille vom Renntier keine Gliederung in drei Teile bemerkbar, welche *Jonson* für die Papille von *Cervus porcinus*

angibt. Die retinalen Venen beim Renntier senken sich in die Papille unabhängig von den Arterien ein, was beim *Cervus porcinus* nicht der Fall ist. Die nasale Arterie beim Renntier sieht stärker aus, bei *Cervus porcinus* trifft man das Gegenteil. Die nasale retinale Vene verläuft ganz anders, als bei *Cervus porcinus*. Der Hauptstamm von dieser Vene kommt zur Papille von unten her und biegt in horizontaler Richtung ganz am Rande des verbreiterten Endes der Papille um. Ich muß jedoch gleich angeben, daß in den von mir untersuchten Augen Abweichungen vom typischen Verhalten in der Anordnung der retinalen Gefäße vorkommen. Am häufigsten sind es die Venenstämme, die sich vom typischen Verhalten dadurch unterscheiden, daß sie nicht genau parallel mit den Arterienstämmen verlaufen und sich schlängeln.

Nun will ich mit kurzen Worten den Bau des Polsters charakterisieren. Das Polster besteht aus Gliafasern, die ein rundmaschiges Netz darstellen. Die Zellen sind in diesem Netz ebenso wie die Kapillaren nur spärlich vorhanden.

Im Polster ist die Wurzel des Zapfens als ein Bestandteil eingeschlossen, deswegen spricht sich im Gesamtbau des Polsters eine merkwürdige Ähnlichkeit mit dem Zapfen aus, so daß der Zapfen nur als eine verjüngte Verlängerung des Polsters betrachtet werden kann.

Die Gliazellen des Polsters sind meistens mit einem langen, schmalen Kern versehen, so daß hier eine gewisse Ähnlichkeit mit den Kernen glatter Muskelfasern vorgetäuscht wird.

Die kurzen Zapfen sind meistens auch dicker als die langen und geknickten, sie sind auch ziemlich blutleer, und die bindegewebige Hülle um die Achse des Zapfens sieht dicker aus. Diese Verhältnisse muß man nach meiner Meinung so deuten, daß der Zapfen erektil ist und die Menge des Blutes in ihm die Verlängerung oder Verkürzung hervorbringen kann.

Ich sah einmal den *Cloquetschen* Gang im Auge vom Renntier gut entwickelt; der Gang enthielt jedenfalls keinen fibrösen Strang, indem er von der Spitze des kurzen Zapfens ausging. In diesem Fall war auch keine unmittelbare Verbindung des Zapfens mit dem Glaskörper zu bemerken, ebensowenig war von einer besonderen Membran um den Zapfen etwas zu bemerken.

Ich besitze übrigens Präparate vom Auge des Rindes und des *Cynocephalus* sp., die einen gut ausgeprägten papillären Zapfen in Verbindung mit einem hyalinisierten Rest der Arteria hyaloidea zeigen. Beide Gebilde sind beim Rind am besten zum Vergleich mit denjenigen des Renntiers geeignet.

Beim Rind ist in diesem Fall ein papilläres Polster vorhanden, so daß die Vertiefung der Papille fast vollständig verwischt ist. Genau an der Stelle der Teilung des venösen Stammes in die retinalen Venen liegt die Wurzel des Zapfens, welcher ungefähr so groß wie beim Renntier ist und dieselbe Anordnung der bindegewebigen Achse und der glösen Rindenschicht wie beim Renntier hat. In der glösen Rindenschicht fehlen beim Rind die Kapillaren und nur in dem bindegewebigen Achsenstrang sind wenige Gefäße vorhanden, die sich miteinander verbinden und in die Vene einmünden. An die Arterien haben sie keinen direkten Anschluß, ihre Lumina sind weiter als die der Kapillaren. Das Polster ist sehr reich an Kapillargefäßen.

Die Spitze des Zapfens zeigt eine trichterförmige Vertiefung, aus der ein hyalinisierter Strang entsteht, in welchem man konzentrische Schichten unterscheiden kann. An einigen Stellen häufen sich im Strange die Zellen in Form von langgestreckten Inselchen, die wahrscheinlich die Reste der Wandung der Arteria hyaloidea darstellen. Parallel mit diesen Inselchen ziehen isoliert liegende Zellen, die wahrscheinlich aus der Wandung der Vena hyaloidea entstanden sind. Im Zapfen sieht man keine Andeutung der arteriellen Wand.

Die rudimentären Merkmale des Zapfens beim Rind sind also recht deutlich.

Beim *Cynocephalus* ist der Zapfen viel kleiner und hat keine Gefäße. Die glöse Rindenschicht und der bindegewebige Achsenstrang sind jedenfalls vorhanden.

#### *Vergleichendes.*

Ich möchte auf eine bis in geringe Einzelheiten gehende Aufzählung der Tatsachen verzichten, die den Zapfen im Auge vom Renntier demjenigen anderer Tiere ähnlich machen. Diese Einzelheiten

können vom Leser selbständig und vorurteillos mit Hilfe der von mir gesammelten literarischen Angaben aufgefunden werden. Ich will hier nur wichtigere und allgemeinere Seiten der Frage über die Homologie des Zapfens berühren.

Beim Vergleich mit anderen papillären Gebilden muß man hier erstens die Abwesenheit der direkten Verbindung der Gefäße des Zapfens vom Renntier mit den Arterien betonen. Nach der Lagerung an demselben Punkt, an welchem sich bei *Cervus porcinus* der fibröse Strang ansetzt, müßte man den Zapfen vom Renntier jetzt als den Rest der Arteria hyaloidea betrachten.

Nach der Analyse meiner Untersuchungen sehe ich aber keinen Hinweis auf die Beziehungen des Zapfens zur Arteria hyaloidea. Es ist jedenfalls möglich, daß die embryonalen Verhältnisse hier vollständig verwischt sind. Das ist jedenfalls nur eine Vermutung. Von anderer Seite finden wir eine ganze Reihe von homologen Merkmalen in den Gebilden, die mit der Arteria hyaloidea nicht vereinbar sind.

In erster Linie kommen hier in Betracht die Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Fächers. Nach den neuesten Angaben von *Bernd*, wird die embryonale Anlage vom Fächer durch retinale Schichten umhüllt, es wird also der Fächer in diesem Stadium dem Zapfen vom Renntier sehr ähnlich. Wenn wir noch den Streifen von glösen Zellen bei *Hatteria* (*H. Virchow*) in die Erinnerung bringen, bekommen wir einen noch sicheren Grund, um hier die Homologie zu vermuten. Es scheint also, daß der Zapfen dem präsauropsidären Processus papillaris entspricht und seine Gefäße mit den Gefäßen der Fächerrudimente im Auge der Säuger identisch sind. Was das Polster betrifft, so finden wir auch hier die Homologie mit den Reptilien, nämlich im Auge der Schlangen und Schildkröten.

Nach dem Obengesagten scheint mir die Arteria hyaloidea in keiner Weise mit den Gefäßen des Pecten unvergleichbar zu sein. Daß hier für weitere Untersuchungen die besten Aussichten vorliegen, ersehe ich aus der Arbeit von *Fuchs* [12], welcher Beweise bringt, daß die definitive Arteria hyaloidea gar kein einheitliches Gefäß darstellt, sondern aus einer Reihe verschiedenartiger Abschnitte entsteht. Wenn gegen *Jonsons* Behauptungen die Arteria hyaloidea und die Fächer-

rudimente nur Modifikationen derselben Anlage darstellen, dann ist ein Vorkommen des fibrösen Stranges und des Zapfens bei verwandten Tieren leicht verständlich. Von demselben Standpunkt wird auch die Bildung des Zapfens aus dem proximalen Abschnitt des Stranges in den Augen von anderen Säugern auffaßbar.

Dem Obengesagten zufolge, schließe ich mich dem Urteil von *A. Froriepe* an, welcher [11] sich in folgender Weise äußert: „Die Ontogenese jedenfalls spricht für die Homologie des Fächers nicht bloß mit dem Zapfen der Reptilien, sondern auch mit der Leiste der Knochenfische und dem (von ihm beschriebenen, embryonalen) Wulst im Auge der Selachier. Denn auf früheren Entwicklungsstufen bietet auch der Fächer den beschriebenen Befunden jener Formen sehr ähnliche Bilder.“

Die von *Fuchs* herrührenden Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte der Augengefäße im Kaninchenauge beweisen die weitgehenden ontogenetischen Umgestaltungen der Arteria hyaloidea, die schon von *H. Virchow* beziehentlich der Phylogenese vermutet worden sind. Ich meine deswegen, daß die Arteria hyaloidea kaum so vollkommen die Leiste des Fischauges, wie es *Jonson* hervorhebt, vorstellen kann und die Homologie der letzteren mit dem papillären Fortsatz resp. Zapfen der Reptilien und Säugern zu vermindern imstande ist.

Vorläufig sehe ich keine Erklärung der Funktion des Zapfens im Auge vom Renntier. Ich möchte jedoch die Aufmerksamkeit auf die Tatsache richten, daß dieses Tier im kalten Gebiet lebt und vielleicht der Zapfen für die Regulation der Erwärmung des Glaskörpers bestimmt ist.

Die Kapillargefäße des Zapfens sind in meinen Präparaten auch in den geknickten Zapfen ziemlich leer; im eregierten Zustande muß der Zapfen bedeutend größer sein. Die physiologische Untersuchung in dieser Richtung wird ebenfalls nach meiner Meinung ein Licht auf die Funktion des Fächers im Vogelaugewerfen können. Daß der Fächer als ein Organ der inneren Perzeption zu betrachten ist, wie es neuerdings von *Franz* ausgesprochen wurde, halte ich für ausgeschlossen, da ich am Fächer keine Bestätigung des tatsächlichen Bestandteils der Untersuchung von *Franz* erzielen konnte.

Die Frage über die Ursprungsquelle des Zapfens beim Renntier

läßt sich, wie mir scheint, sehr leicht und sicher entscheiden. Der bindegewebige Achsenstrang des Zapfens verbindet sich nicht mit der Chorioidea, sondern mit der Sklera und die Gefäße des Zapfens zeigen zur Chorioidea keine direkten Beziehungen. Der Zapfen ist also, als eine Fortsetzung der Scheide des Sehnerven zu betrachten und seine glöse Schicht hat wahrscheinlich keinen retinalen Ursprung, sondern wird mit dem glösen Gerüst des Sehnerven organisch verbunden. Ein kleiner Hohlraum in der Wurzel des Zapfens ist vielleicht ein Rudiment des primitiven Hohlraums des Sehnerven.

In dieser Beziehung verdienen die Angaben von *Ucke* [28] über die Epithelreste an der optischen Papille eine wiederholte Untersuchung. *Ucke* hat nämlich bewiesen, daß in allen Klassen der Wirbeltiere an der Papille des Sehnerven im embryonalen Zustande Epithelreste vorkommen, die mit dem embryonalen Epithel des Sehnerven identisch sein müssen.

Die Beziehungen des Fächers zum [1] Sehnerven scheinen auch ebenso unmittelbar zu sein, wie die Beziehungen des Zapfens zum Sehnerven. Der Sehnerv zieht im Vogelaugen an der unteren Seite des Fächers und die Bündel des Nerven gehen um die Basis des Fächers in die Netzhaut über [29]. Daß hier wieder ein wichtiger Gegensatz zwischen der Leiste und dem Fächer sich äußert, glaube ich nicht und die ovale senkrechte Papille des Amphibiensauges (Frosch, Kröte) zeigt in der Anordnung von Faserbündeln des Nerven viel Ähnlichkeit mit dem Vogelaugen.

Im Verhalten der retinalen Blutgefäße zur Papille zeigt das Rennthier größere Übereinstimmung mit dem Pferde, als mit dem Rind. Beim Rind nämlich (*Zietzschmann*, im Handbuch von *Ellenberger* [7]), durchsetzt die Arterie die Papille und zerfällt dann in wenige 2—4 stärkere Äste, die im Zentrum der Papille hervortreten. Ebenso verhalten sich die retinalen Blutgefäße in den Augen der kleineren Haustiere. Beim Pferd aber zerfällt die Arteria centralis retinae schon in der Lamina cribrosa sclerae in 30—40 feine Äste, die so verlaufen, daß sie am Rande der Papille in die Retina eindringen.

Die Gefäße liegen bekanntlich beim Pferd nur in der Nervenfaserschicht, bei anderen Haustieren lassen sie nur die Neuroepithel-



schicht frei. Beim Renttier gehen die Gefäße, die näher an der Iris verlaufen, durch alle Schichten der Retina hindurch, die Neuroepithelschicht einschließend. Das Gefäß dringt jedenfalls nicht in diese Schicht, sondern wölbt die Membrana limitans (externa) so aus, daß die Neuroepithelzellen an diesem Wulste überhaupt keinen Platz haben können. In anderen Gebieten liegen die Gefäße meistens nur in der inneren retikulären Schicht.

## Iris und Ciliarkörper.

### Einleitung.

Ciliarkörper und Iris bei den Hirscharten wurden schon früher untersucht; man findet eine eingehende und gute Darstellung der diesbezüglichen Verhältnisse bei A. Dostojewsky [6], der die Augen von *Cervus porcinus*, *Alces*, *Aristotelis*, *dama*, untersucht hatte. Das Auge vom *Cervus* nach der Darstellung von Dostojewsky zeichnet sich z. B. durch gleichmäßige Entwicklung der Bestandteile des Gewebes, welches in sich den Fontanäschen Raum einschließt, aus.

Wie bei anderen Huftieren, sind hier die mächtigen Irisfortsätze vorhanden, welche die Descemetsche Haut durchdringen und von ihr am distalen resp. skleralen Ende eine Hülle erhalten. Der vordere Balken, der an die Descemetsche Haut herantritt, dringt durch die letztere hindurch und geht in das Gewebe der Cornea propria über.

Sehr deutlich ist bei *Cervus alces* der Grenzring entwickelt. Dostojewsky zeichnet einen Schnitt des Grenzringes dieses Tieres. Die feinsten Fasern des Grenzringes sind bündelweise oder isoliert angeordnet; die Zwischenräume erscheinen von zelligen Elementen ausgefüllt.

Gegen Schwalbe [25] betont Dostojewsky, daß die Anordnung der Zellen gar keine Regelmäßigkeit bietet und daß die Zellen keine Scheiden um die Faserbündel bilden. Die Zellen füllen jedoch den ganzen Raum zwischen den Bündeln aus, und sind dabei in der Mehrzahl der Fälle nicht platt, sondern zeigen eine eckige, runde, ausgezogene oder andere Gestalt, je nach dem Raum, in welchem die einzelnen Zellen liegen.

Abgesehen von den in Rede stehenden bindegewebigen Zellen, sind zwischen den Faserbündeln unzweifelhafte Leukoeyten, sowie

runde Pigmentzellen, die vollkommen frei liegen, vorhanden. Dieses Gewebe ist nach den Angaben von *Dostojewsky* ganz gefäßlos, aber an Nerven sehr reich.

Der Raum zwischen Grenzring und Grundplatte des Corpus ciliare ist hinter den Irisfortsätzen von Trabekeln verschiedener Dicke eingenommen. Der Übergang von Fasern des Grenzringes in dieses Gewebe geschieht allmählich, wobei die Fasern statt der zirkulären eine meridionale, radiale u. a. Richtungen annehmen.

Ferner erwähnt *Dostojewsky* die zirkulären Fasern des Musculus ciliaris bei Hirscharten. Speziell bei Cervus Alces bietet die Gegend des Musculus ciliaris manche Besonderheiten. An der Stelle, wo gewöhnlich der Ciliarmuskel liegt, also hinter dem Skleralwulste, zwischen demselben und dem Rande der Chorioidea, befindet sich ein eigentümliches Gewebe, welches mit den Muskelfasern nichts gemein hat und aus runden blasenartigen Zellen besteht.

Bei Cervus porcinus sind an der entsprechenden Stelle sternförmige Zellen vorhanden, beim Dammhirsch — dicke Muskelbündel.

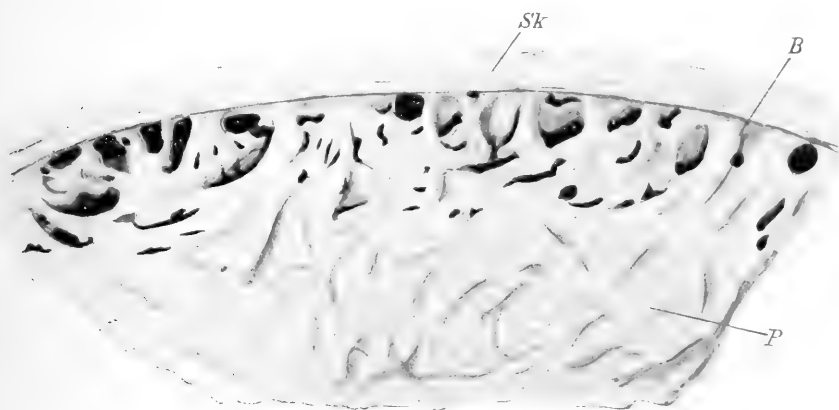
Den Ciliarkörper vom Renntier halte ich schon deswegen für ein untersuchungswertes Gebilde, da ich in ihm keine blasigen Zellen gefunden und ein sehr gut entwickeltes Muskellager bemerkt hatte. Ein zweiter Punkt, in welchem der Ciliarkörper vom Renntier von den bekannten Verhältnissen abweicht, ist die Beziehung der Zellen zu den Fasern und Bündeln des skleralen Gerüstwerkes.

In letzterer Zeit waren von *H. Virchow* [30] über die Endothelzellen des skleralen Gerüstwerkes neue Gedanken ausgesprochen. Dieser Verfasser fand beim Pferde, daß die Zellen des skleralen Gerüstwerkes die Zwischenräume desselben durchaus nicht ausfüllen und außerdem eigentlich keine Scheiden um die Balken bilden. Sie ragen bucklig über die Balken hervor und liegen sogar frei in den Zwischenräumen. Die Zellen sind alle durch ein Gespinnst von feinsten Fasern verbunden. Ob dieses Gespinnst aus Zellausläufern oder aus Fasern irgend welcher Art besteht, läßt der Verfasser unentschieden und hält für ausgeschlossen, daß sie ein Gerinnsel darstellen können.

Dies Bild stimmt nach seiner Meinung nicht ganz mit dem überein, was man sich unter einem Endothel denkt.

*Eigene Untersuchungen.*

Was die technische Seite meiner Untersuchung des skleralen Kammergerüstwerkes betrifft, so muß ich mit Danksagung an Herrn Geheimrat Prof. Dr. H. Virchow anfangen, welcher mich in die Geheimnisse der Augenuntersuchung seinerzeit eingeweiht hatte. Außer den von H. Virchow anempfohlenen Methoden benutzte ich noch in ausgedehnter Weise die Fuchsin-Anilinblaufärbung nach Mallory, die mir nach Formalinfixation immer noch brauchbare Präparate lieferte und mit einem Schlag die Entscheidung gab, wo die Färbung nach v. Gieson mich im Stiche zu lassen drohe.



Textfigur 8.

Flächenbild der kameralen Wand des Gerüstwerkes der Kammerbucht. Vorderster Balken. *Sempersche* Trockenmethode. Nach Photographie gezeichnet. *B*=Balken, *Sk*=Sklera, *P*=nicht durchlöcherter innerster Teil der Wand der Kammerbucht. Vergröß. 29mal.

Erstens suchte ich das Flächenbild von der Iris an der Hand der in Alkohol (nach Formalinfixation) präparierten Augen und nachher nach der Behandlung zum Gewinnen des Trockenpräparats zu untersuchen.

Eine Kombination beider Methoden erwies sich als sehr zweckmäßig: während im Alkohol die Verteilung des Pigmentes sehr deutlich zu beobachten war, entgingen meinem Auge die feinsten Spältchen zwischen den Irisfortsätzen, die für das Auge vom Renttier so charakteristisch sind. Nur am Trockenpräparat (Textfig. 8) trat der eigentüm-

liche Bau der vordersten Irisfortsätze klar zutage. Für Beobachtung größerer Strukturen benutzte ich die Binokularlupe von *Zeiß*.

Die äußere Irisoberfläche bewahrt beim Renntier die den Huftieren eigenen Züge: die Pigmenttrauben sind am unteren Rand der Pupille gelagert und nur schwach entwickelt. Die Pupille war weit geöffnet und die Falten des Annulus iridis major ragen sehr stark oben und unten vor, während sie temporal und nasal ganz verstreichen und hier, am Anulus iridis minor die stark hervortretenden Gefäße der Iris bemerkbar sind. Es ist auch eine gut ausgeprägte Schwelle zwischen dem großen und dem kleinen Irisring vorhanden. Was den mikroskopischen Bau der Iris betrifft, so bietet er keine nennenswerten Abweichungen vom Typus.

Die Gestalt der Kammerbucht bewahrt die Form des Dreiecks. Die kamerale Wand ist bis 1 mm lang, die Grundplatte des Ciliarkörpers bis —5 mm, die laterale Wand —4 mm. Die Höhe der Ciliarfalten beträgt bis 2 mm, die Länge von 8—5 mm, nasal sind sie kürzer als in anderen Gebieten, bleiben jedenfalls noch hoch bis an den vorderen Rand der Netzhaut. In anderen Gebieten werden die Falten in der proximalen Hälfte ganz niedrig. Leichte und niedrige Falten sind auch in der ciliaren Partie der hinteren Fläche der Iris vorhanden. Die Ciliarfalten sind am meisten denjenigen des Schafes ähnlich, wenn überhaupt ihre Anordnung ebenso, wie bei anderen Haushufttieren aussieht.

Im allgemeinen, von der Fläche gesehen, ist die kamerale Wand der Kammerbucht am nächsten der vom Fohlen (siehe Arbeit von *Fritz* [10]) ähnlich, nur sind die vordersten Irisfortsätze noch mehr platt und lassen nur wenige Fensterchen offen. Die skleralen Fensterchen sind am größten (Textfig. 8), die näher an die Iris liegenden sind fast alle spaltförmig und bis zur minimalen Größe reduziert.

Das Pigment reicht an den vordersten Irisfortsätzen nicht bis zur *Descemet* sehen Haut, jedoch in einzelnen Balken läßt sich eine leichtere Pigmentierung sogar in den von der *Descemet* sehen Haut bedeckten Abschnitt zu verfolgen.

Im großen und ganzen sehen die skleralen Enden der Irisfortsätze weißlich aus, was die Ähnlichkeit mit den Irisfortsätzen des Fohlens noch mehr steigert.

Die kameraie Wand der Kammerbucht stellt also eine schwach perforierte Platte vor, die beim Renntier nur in der äußersten, skleralen Partie ein für das Pferd so charakteristisches Bild bietet. Die Bezeichnung *Ligamentum pectinatum* paßt hier, beim Renntier, am wenigsten.

Textfig. 8 zeigt das Aussehen der kameralen Wand von der äußeren Seite, indem hier nur ein Grundtypus dargestellt wurde, von dem Abweichungen nach zwei Richtungen möglich sind.

In den temporalen und unteren Gebieten treten feine zylindrische Fortsätze auf, die denjenigen vom erwachsenen Pferde nicht unähnlich sind. Nasal und dorsal finden sich neben dem Grundtypus die breiten, plattenförmigen Balken, welche die Kammerbucht fast vollständig von der vorderen Augenkammer abschließen und nur wenige rundliche Öffnungen frei lassen.

Daß die Platten keine Neubildung darstellen, sondern durch Modifikation gewöhnlicher Irisfortsätze entstanden sind, beweist das Vorhandensein der feinsten Spältchen in den Platten.

In den Stellen, wo die feineren Irisfortsätze vorkommen, befinden sich die folgenden Reihen der Balken unmittelbar hinter den vordersten Irisfortsätzen so, daß sie durch vordere Fensterchen gut zu sehen sind. Bei der Beobachtung mit der stereoskopischen Binokularlupe läßt sich leicht verfolgen, daß den Fensterchen entsprechend die Irisfortsätze von der vordersten Reihe nach hinten umbiegen und in die hinteren Balken übergehen. Die plattenförmigen Irisfortsätze scheinen mehr unabhängig von der folgenden Balken zu sein.

Die Linie der Befestigung der vordersten Irisfortsätze scheint gar nicht in einer Ebene zu liegen. Obgleich selten, kommt jedoch manchmal ein Balken der hinteren Reihe durch das Fensterchen zwischen den vordersten Irisfortsätzen hervor und befestigt sich an der *Descemet*-schen Haut weiter nach vorn, als die vordersten Irisfortsätze. In anderen Fällen biegen sich die skleralen Enden der vorderen Balken nach hinten und befestigen sich in einer Linie der folgenden Reihe der Balken. Dabei durchsetzen die Balken nicht immer einfach die *Descemet*-sche Haut, sie gehen oft in die zirkulär verlaufende Wülst-



Textfigur 9.

Kammerbucht von einem meridionalen dünnen Schnitt. *Bh* = hinterste Balken des kammernalen Anteils des Gerüstwerkes, *Pv* = vorderste Balken des kammernalen Anteils des Gerüstwerkes, *C* = Cornea propria, *D* = Descemet'sche Haut, *Dx* = Fortsetzung der Descemet'schen Haut auf die Balken, *Dx* = seitliches Ende der Descemet'schen Haut, *El* = vorderes Epithel der Hornhaut, *Ev* = episklerale Gefäße, *g* = Schwellen, *J* = Iris, *n* = Muskellager, *P* = Ciliartalten, *Rs* = sklerales Gerüstwerk, *Rsv* = lockeres Gerüstwerk im Mittelraum der Kammerbucht. Vergröß. 29mal.

chen, die an der *Descemet*schen Haut vom Ende eines Balkens zum Ende eines anderen verlaufen. Deswegen bekommt man am meridionalen Querschnitt das Bild des Wärczens an der *Descemet*schen Haut, die eine bindegewebige Achse des Wülczens umgibt. Übriges sind bei allen dickeren Balken die skleralen Enden von der *Descemet*schen Haut umgeben, wie es schon vor langer Zeit für Huftiere bekannt ist.

Nach dem oben Gesagten wird es klar, daß beim Renttier ebenso wenig vom Gitter oder von den Pfeilern der kameralen Wand sprechen kann und daß es besser wäre, noch mehr indifferente Ausdrücke zu wählen.

Was aber beim Renttier besonders klar ist, im Vergleich mit den besser bekannten Tieren, ist nämlich die Beziehung zu der Grundplatte des Ciliarkörpers. Wie aus der Textfig. 9 ersichtlich ist, dient hier die Menge der dicken Balken, die wir Irisfortsätze nennen, sehr wahrscheinlich zur Befestigung der vordersten Teile der Ciliarfalten. In dieser Beziehung sehe ich im Auge vom Renttier die gewünschte Bestätigung der Auffassung, die in neuerer Zeit von *H. Virchow* vertreten wird [30].

*H. Virchow* nimmt an, daß der normale Abschnitt des Kammergerüsts möglicherweise die Lage der Iriswurzel sichert und dabei vielleicht auch die Falten mehr Halt bekommen, um ihrer Aufgabe, durch Vermittlung der Zonula die große und demgemäß schwere Linse zu tragen, besser zu genügen.

Diese zweite Aufgabe spiegelt sich im Bau des Gerüstwerkes der Kammerbucht vom Renttier am deutlichsten, da die bindegewebigen Faserbündel aus den Irisfortsätzen fast alle in die Grundplatte des Ciliarkörpers eingewebt sind (Textfig. 9).

Im oberen und unteren Gebiet ist die Iris an meinen Präparaten so scharf vom Ciliarkörper abgegrenzt, daß man in keiner Weise den Eindruck, als ob die Irisfortsätze direkt zur Befestigung der Iris selber dienen, bekommen kann.

Ich muß sogar angeben, daß beim Renttier das Gefüge des bindegewebigen Stroma der Iris an der Grenze gegen den Ciliarkörper ungewein locker ist, so daß hier wahrscheinlich kein großer Anspruch an

die Festigkeit des Zusammenhanges mit der Grundplatte des Ciliarkörpers gestellt wird.

Für Huftiere hat *H. Virchow*, nach meiner Meinung, mit seiner Deutung der gröberen Irisfortsätze das richtige getroffen.

Ich will gleich die *Descemetsche* Haut im Gebiet der Kammerbucht beschreiben. Daß die *Descemetsche* Haut hier verdickt ist, daß sie die skleralen Enden scheidenartig umhüllt, ist nach den Verhältnissen, die bei anderen Huftieren beobachtet wurden, nicht auffallend. Die von *H. Virchow* bemerkte scheinbar konzentrische Schichtung der Scheiden um die Irisfortsätze konnte ich auch beim Renttier wahrnehmen, ebenso wie ich seine Angaben über die Pigmentkörnchen in den Endothelzellen bestätigen kann.

Was aber den Übergang der Endothelzellen in die Pigmentzellen des Balkens betrifft, sprechen meine Präparate mehr zugunsten der Annahme von *H. Virchow* [30] gegen *Fritz*: die Zellen beider Art bleiben unabhängig voneinander und kein Übergang kann mit Sicherheit angenommen werden.

Obgleich in den äußeren Enden der Balken das Endothel von den Pigmentzellen des Achsenstranges durch die *Descemetsche* Haut abgegrenzt wird, findet man näher an die Iris auf der Oberfläche des Balkens ähnliche Pigmentzellen, wie in den nächsten Teilen der Grundplatte des Ciliarkörpers. Am deutlichsten treten die Wechselbeziehungen zwischen den Endothelzellen und den verzweigten Zellen des Gerüstes im skleralen Gerüstwerk auf.

Die vordere Fortsetzung des skleralen Gerüstwerkes gelangt bis an die vordere Grenze der Befestigung des kameranalen hinein. Hier sind beim Renttier die elastischen Fasern, welche überall im skleralen Gerüstwerk vorhanden sind, eingestreut, stellen aber keinen hauptsächlichen Bestandteil dar. Es entwickelt sich vielmehr eine Schicht von platten, nach ihrer Textur den Balken der kameranalen Wand entsprechenden Bündeln, die ein recht deutlich sich von der Sklera abhebendes Polster darstellen. Die Balken resp. Bündel sind teilweise außerhalb der *Descemetschen* Haut, teilweise in dieselbe allseitig eingeschlossen (Fig. 2, Taf. V) oder nur eingesenkt. An anderen Stellen differenziert sich die *Descemetsche* Haut scheidenartig um den Balken,



nur sind die Scheiden voneinander ebenfalls durch die undifferenzierten Reste der Haut getrennt. Am hinteren Rande der *Descemet*-schen Haut treten die Erscheinungen auf, die *H. Virchow* beim Pferde bemerkt hat: die innersten Balken lösen sich samt ihren Scheiden voneinander ab und in den Lücken liegen die Zellen. Solche Balken können als vordere Fortsetzung des skleralen Gerüstwerkes nicht mehr genannt werden.

Soviel ich mich überzeugen konnte, stehen die Balken der vorderen Fortsetzung des skleralen Gerüstwerkes überhaupt im engsten Zu-



Textfigur 10.

Balken der kameralen Wand, die unmittelbar hinter den vordersten Balken liegen. Ein der vorderen Wand der Kammerbucht parallel geführter Schnitt. Vergröß. 50mal.

sammenhang mit dem übrigen Gerüst der Kammerbucht. Sie laufen nämlich nicht nur zirkulär, sondern biegen hier und dort durch die *Descemetsche* Haut um und dringen in die Balken der kameralen Wand der Kammerbucht ein. Sie sind also die Fortsetzungen der Achsenstränge der Balken der Kammerbucht zu betrachten, so daß die platten Balken außerhalb der *Descemetschen* Haut die Befestigung der kameralen Wand des Gerüstwerkes sichern <sup>1)</sup> (Textfig. 10).

Es würde deshalb nicht notwendig sein, den entsprechenden Teil der vorderen Fortsetzung des skleralen Gerüstwerkes als dem letzteren angehörig zu betrachten. In geweblicher und vielleicht funktioneller Beziehung gehört dieser Teil zum kameralen Gerüstwerk und die ihm von *Schwalbe* [25] gegebene Bezeichnung „vorderer Grenzring“ paßt

<sup>1)</sup> Von solcher Anordnung der Balken erwähnt schon *Fritz* [10], welcher sie im Auge des Pferdes gesehen hatte.

nach meiner Meinung am besten. Im Vergleich zu dem Pferdeauge ist beim Renntier dieser Grenzring besser ausgeprägt.

Die eigentliche Fortsetzung des skleralen Gerüstwerkes beginnt erst hinter dem Grenzringe und unterscheidet sich vom letzteren durch ihren Reichtum an Zellen. Ihr Bau ist derselbe wie bei dem noch mehr nach hinten liegenden skleralen Gerüstwerk, zu dessen Schilderung ich erst später übergehen werde.

H. Virchow hat im Auge des Pferdes zwei Modi der Endigungen der *Descemet*schen Haut gefunden: entweder endigt sie fein auslaufend oder dringt noch in das Gebiet des skleralen Gerüsts und bildet dort Scheiden um die Balken.

Ich versuchte am Auge vom Renntier zu verfolgen, ob diese beiden Modi an bestimmte Stellen des Umfanges geknüpft sind. Ich fand, daß es nicht der Fall ist und überall die Randpartie der *Descemet*schen Haut diesen zweifachen Modus der Endigung zeigt, deswegen finden wir an den Schnitten, die nur wenig voneinander entfernt sind, Bilder, die sehr verschieden aussehen.

Ich möchte jedoch hervorheben, daß häufig genug auch Übergangsbilder zu finden sind und meistens finde ich, daß die fein zugespitzte Endpartie der *Descemet*schen Haut durch wenige von ihr bedeckte Balken begleitet wird. Mit diesen Balken, wenn sie auch zahlreich sind, muß man nicht mehr nach vorne liegende Balken des Grenzringes verwechseln, die in die *Descemet*sche Haut eingeschlossen sind.

Wenn aber der zweite Modus der Endigung der *Descemet*schen Haut vorkommt und die ganze Endpartie derselben in die Scheiden der Balken des Grenzringes umgebildet wird, dann verschwindet die topographische Abgrenzung der Balken des skleralen Gerüstwerkes von den Balken des Grenzringes. Die ganze Schicht der zirkulär verlaufenden Balken sieht in diesem Fall einheitlich aus.

Ich bemerke auf dünnen meridionalen Schnitten (Fig. 2, Tafel V), die mit *van Giesonscher* Mischung gut gefärbt wurden, daß neben der zugespitzten Platte der *Descemet*schen Haut zwischen den zirkulären Bündeln die homogenen Streifen liegen, die sich am vorderen Ende

des skleralen Gerüstwerkes anschließen und ebenso wie die *Descemet-*sche Haut gefärbt sind.

Nach der aufmerksamsten Untersuchung dieser Tatsache überzeugte ich mich, daß zwischen den zirkulären platten Bündeln an der angegebenen Stelle wirklich die Lamellen derselben Substanz vorkommen, aus welcher die *Descemet*sche Haut besteht.

Manchmal gelingt es die Verbindung der *Descemet*schen Haut mit diesen Lamellen zu beobachten. Man muß also annehmen, daß beim Renntier die Randpartie der *Descemet*schen Haut gespalten ist und von den äußeren Lamellen begleitet wird. Damit wird aber in keiner Weise behauptet, daß die *Descemet*sche Haut in das sklerale Gerüstwerk der Kammerbucht übergeht, wie es früher von einer Reihe von Verfassern angenommen wurde.

Die drei Abschnitte des gesamten Gerüstwerkes in der Kammerbucht — die dicken Balken der kameranalen Wand, die spärlichen und feinen Balken des Zentralraums der Kammerbucht und das sklerale Gerüstwerk — sind beim Renntier so gleichmäßig und harmonisch entwickelt, daß sie funktionell ganz bestimmte und nach ihrer Aufgabe sicher verschiedenartige Formationen sind (Textfig. 9).

Das sklerale Gerüstwerk wird von vorne, unten (innen) und hinten von allen angrenzenden Teilen scharf abgetrennt. Nach außen geht es allmählich in das Gewebe der Sklera über, oder es bildet die Sklera hier einen nach innen hervorragenden Sklerawulst. In diesen Fällen hat das sklerale Gerüst eine annähernd halbmondförmige Gestalt (auf Meridionalschnitten). Vor dem Sklerawulst bleibt immer bemerkbar der Sinus *Schlemmii*, gerade an der Anheftungsfläche des Gerüsts an die Sklera. Die Verbindungen des Sinus *Schlemmii* mit den episkleralen Gefäßen lassen sich leicht nachweisen. Der Sinus *Schlemmii* bildet beim Renntier ein System von Kanälen so, daß im meridionalen Querschnitt meistens zwei Lumina sichtbar sind.

Über die hintere Befestigung des skleralen Gerüstwerkes werde ich weiter unten sprechen.

Zur Untersuchung des Gewebes des skleralen Gerüstwerkes machte ich Schnitte, deren Richtungsflächen senkrecht zueinander stehen: also neben den meridionalen Schnitten brauchte ich tangentielle.

welche der inneren Fläche der Sklera parallel sind, und Schnitte, die parallel der vorderen kameranalen Wand geführt werden. Zum Vergleich der Bilder verfertigte ich auch Schnitte der Kammerbucht des Auges vom Pferd.

Die Anordnung der Balken beim Renntier entspricht den Verhältnissen, die nach den Angaben von *Dostojewsky* im Auge des Elches vorhanden sind. Wie ich mich überzeugen konnte, sind es immer die platten Bündel, welche zirkulär verlaufen und miteinander zu einem Netz sich verbinden, indem die feinen Fasern eines Bündels in die Bahnen des anderen übergehen. Die Fasern sind von zweierlei Art — elastisch und acidophil.

Es muß aber betont werden, daß die gegenseitige Verbindung nur hauptsächlich in einer Fläche vorkommt, welche der inneren Fläche der Sklera parallel ist. Man soll hier nicht von einem einheitlichen Netzwerk, sondern von untereinander parallel gestellten Netzen oder Gittern sprechen.

Es ist schon an der Hand der Präparate, die nach *van Gieson* gefärbt worden sind, leicht zu beobachten, daß die Balken mehr als eine Schicht von Fasern enthalten. Immer sind mindestens zwei Schichten vorhanden, die voneinander verschieden weit abstehen. Zwischen beiden Schichten bemerkt man eine Schicht einer homogenen färbbaren Substanz, die vielleicht eine Art von Kitt- oder Grundsubstanz darstellt. Die Schnitte müssen natürlich recht dünn ( $10\ \mu$  bei Celloidin,  $5\ \mu$  bei Paraffineinbettung) sein. Noch besser bemerkt man diese Substanz nach der Färbung mit Anilinsau (Mallory). Die nach der letzteren Methode behandelten Schnitte bieten ebenfalls die beste Gelegenheit die Beziehungen der Zellen zu den Balken des Gerüsts ins klare zu bringen.

Ich finde nämlich, daß die Zellen, die früher als Endothelzellen beschrieben wurden, beim Renntier den Balken gar nicht anliegen, sondern vollständig frei in den Zwischenräumen, meistens in gleicher Entfernung von beiden übereinanderliegenden Balken liegen. Nun sind die Zellen untereinander durch Fortsätze verbunden, die aber nicht einfach glatt und direkt von einer Zelle zur anderen verlaufen, sondern sich verzweigen und ein feinstes Netzwerk bilden.

Die Zellen sind jedenfalls (Fig. 3, Tafel V) groß zu nennen und mit einem ovalen, platten Kern versehen. Die dickeren Zellausläufer verbreiten sich manchmal sekundär in Form von eigentümlichen kernlosen, sternförmigen Plättchen. Die Verbindungsfädchen zwischen den Zellen durchsetzen die Balken meistens in feinen Spalten zwischen den Faserngruppen, nicht aber die mit der Kittsubstanz versehenen Abschnitte.

Das Aussehen der Zellen bleibt gleich an den Schnitten aller drei Richtungen. Nur die Kerne geben verschiedene Bilder, denn sie sind parallel der inneren Fläche der Sklera abgeplattet.

In der Nähe des Schlemmschen Ganges nimmt die Dichtigkeit der Anordnung der Elemente des Gerüstwerkes zu und hier bildet sich ein engmaschiges Netz, in welches sich einzelne Bündel auflösen. Die Zellen liegen hier dicht den Fasern an, so daß hier scheinbar ein retikuläres Gewebe vorliegt. Die Zellen verwandeln sich hier in die Endothelzellen der Wand des Sinus *Schlemmii* genau in derselben Weise, wie es von *Virchow* für das Primatenaugen [30] angegeben wurde.

Ich fand ferner im Sinus beim Renntier häufig genug rote Blutkörperchen und, was auffallend ist, in der Umgebung des Sinus ein Gerüstwerk, in Lücken zwischen den Zellen. Ich muß dabei erwähnen, daß in Zellen des Gerüstwerkes sich kleine Körnchen von der Größe roter Blutkörperchen (und kleiner) finden und diese Körnchen sich intensiv rot nach der *Malloryschen* Methode färben, also genau wie die roten Blutkörperchen im *Schlemmschen* Sinus. Deswegen weise ich nur auf meine Arbeit über die vordere Augenhälfte des Frosches hin [27]. Bei einigen Froschexemplaren werden im Winkel zwischen dem Musculus tensor chorioideae und dem Gerüstwerk des proximalen Teils des Ciliarkörper frei im Gewebe liegende rote Blutkörperchen angetroffen, welche offenbar per diapedesin dahin gelangt sind. Bei diesen Fröschen habe ich Phagocyten beladen mit drei und vier roten Blutkörperchen, welche noch teilweise ihren Kern enthielten, angetroffen.

Beim Renntier kommt wahrscheinlich auch Diapedesis vor, die Phagocytose gehört aber nach meiner Meinung den Zellen des Gerüsts

an, also Fibroblasten, was nach unseren modernen Kenntnissen des Bindegewebes, *Maximow* [17], vielleicht befremdend klingt.

Wie ich schon oben angegeben hatte, entdeckte *H. Virchow* im skleralen Gerüst des Auges vom Pferd ebenfalls das feinste Gespinst zwischen den Zellen. Er empfiehlt aber die vorsichtige Beurteilung des Befundes durchzuführen, da vielleicht die Einwirkung der Formalinfixierung die Endothelzellen entstellt und die wirklichen Verhältnisse von den von ihm geschilderten etwas abweichen. Um diese Vermutung auf ihre Gültigkeit zu prüfen, fixierte ich das Gerüst der Kammerbucht von frisch enukleierten Pferdeaugen in Sublimat, Sublimat-Trichloressigsäure und im Alkohol mit 1% Formalin usw. Ich habe das Bild prinzipiell ganz ähnlich dem vom Auge des Renntiers gefunden, obgleich in manchen Beziehungen die Zellen des skleralen Gerüstwerkes beim Pferd Eigentümlichkeiten darbieten.

Beim Pferde könnte man nach meinen Untersuchungen mit gewissem Recht die Zellen als Endothelzellen bezeichnen, da sie jedenfalls allseitig den platten Bündeln anliegen. Im meridionalen Querschnitt bilden sie eine protoplasmatische Scheide um die Balken. Andererseits berichtet *H. Virchow* mit vollem Recht, daß die Zellen vielfach bucklig über die Balken hervorragen und durch feinste Fädchen miteinander verbunden sind.

Mit Hilfe der Färbung von *Mallory* gelang es mir zu beweisen, daß diese Fädchen nichts Anderes als Zellfortsätze sind, die in derselben Weise, wie beim Renntier, in den Zwischenräumen ein feines Gespinst bilden. Dieses Gespinst tritt in seiner ganzen Schönheit nur an den tangentialen Schnitten auf. Ich bin sogar der Meinung, daß beim Pferd die Verbindung der Zellen nur in einer Fläche verwirklicht wird und die Zellennetze wie die Balken schichtweise gelagert sind. Die Zellausläufer verbreiten sich hauptsächlich nur in der Fläche des Balkennetzes, parallel der inneren Fläche der Sklera. Nach außen und nach innen sind die Zellen beim Pferd nur sehr spärlich miteinander durch ihre Fortsätze verbunden, was wieder einen bemerkbaren Unterschied gegen das Gerüstwerk des Auges vom Renntier hervorruft. Die von mir beobachteten Beziehungen der verzweigten Zellen zu den Balken des skleralen Gerüstwerkes zeigen eine gewisse Ähnlichkeit

mit den Verhältnissen, die neulich von Prof. A. S. Dogiel in den Kapseln der Vater-Pacinischen Körperchen entdeckt wurden. Hier wie im skleralen Gerüstwerk findet sich ein Syncytium von Fibroblasten, in dem ein Gerüstwerk von bindegewebigen Fasern eingeschlossen ist, hier und dort bilden die Zellfortsätze ein feinmaschiges Netz, welches wahrscheinlich mechanisch sehr resistent ist. Ich fand ferner auch im skleralen Gerüstwerk des Auges des Pferdes die roten Blutkörperchen, die reichlich in den Maschen des Zellnetzes gelagert waren. Sie scheinen ebenfalls per diapedesin aus den Blutgefäßen ausgewandert zu sein.

Welche Bedeutung könnte man dem skleralen Gerüstwerk zuschreiben? H. Virchow äußert sich über die Frage sehr vorsichtig. Er weist nach, daß zwischen dem skleralen Gerüstwerk und der Ausbildung des ciliaren Muskels keine direkte Proportionalität besteht, ebenso wie die Entwicklung des ersteren auch in keiner Beziehung zum Schlemmschen Sinus steht. Es bleibt das Gerüstwerk in seiner Funktion bis zum gewissen Grade unerklärbar.

Beim Renntier finde ich keine überzeugenden Merkmale, die bestimmt die Bedeutung des skleralen Gerüstwerkes zeigen möchten. Was aber die mikroskopische Struktur des Gerüstwerkes anbelangt, so glaube ich Recht zu haben, zu behaupten, daß die bis jetzt übliche Betrachtung kaum richtig ist.

Anschließend an die Erklärung der mechanischen Funktionen der kameralen Wand des Gerüstwerkes sucht man die Funktion des Gerüstwerkes ebenfalls durch die mechanischen Zwecke zu erklären. Das war verständlich, wenn die Forscher nur die Balken des Gerüstwerkes berücksichtigten und das wenig bekannte Endothel als wenig wichtig, als Nebensache betrachteten.

Auf Grund meiner Untersuchung möchte ich auf die Zellen die Aufmerksamkeit der künftigen Untersucher richten und in dieser Richtung die physiologische Untersuchung lenken. Vielleicht liegt das Wesentliche des skleralen Gerüstwerkes in den Zellen und die Balken stellen nur eine Einrichtung von sekundärer Bedeutung vor, um die Anordnung und Funktion der Zellen zu sichern.

Ogleich ich die Phagocytose der Zellen im Gerüstwerk beob-

achtet habe, möchte ich vorläufig diese Funktion nicht für wesentlich und dominierend halten. Sie kommt übrigens nur in der Umgebung des *Schlemmschen* Sinus vor. Bestimmter aber glaube ich nicht mich ausdrücken zu dürfen, da sicher hier eine planmäßige physiologische Untersuchung notwendig ist.

Um die Beschreibung der Zellen im Gerüstwerk zu schließen, möchte ich erwähnen, daß manche von ihnen pigmentiert sind, besonders näher an die Grundplatte des Ciliarkörpers. Es kommen auch in Zwischenräumen freiliegende, pigmentierte, abgerundete Zellen (Fig. 4, Tafel V) vor, die ganz frei liegen und in manchen Schnitten in ansehnlicher Zahl vorhanden sind.

Die spärlichen Balken des mittleren Gebietes der Kammerbucht zeigen beim Renntier ihre bestimmten Merkmale, durch welche sie in gleichem Grade von den Balken der kameralen Wand und dem skleralen Gerüst unterschieden werden können. Ihr Bau spiegelt sich aber in meridionalen Schnitten kaum vollständig und die Schnitte anderer Richtungen sind hier unbedingt notwendig.

Unter den Balken des mittleren Raums der Kammerbucht sind beim Renntier zwei Gruppen unterscheidbar. Die vorderen Balken (Textfig. 9) sind eigentlich genau in solcher Weise, wie die dicken Balken der kameralen Wand der Kammerbucht zusammengesetzt. Da sie durch die Randpartie der *Descemetischen* Haut hindurchtreten, könnten sie sogar ohne weiteres zur kameralen Wand zugezählt werden. Sie unterscheiden sich aber durch die Art ihrer Befestigung an der Grenzplatte des Ciliarkörpers; während die Balken der kameralen Wand hauptsächlich in meridionaler Richtung in die Grundplatte eindringen, biegen die hinteren, kleineren Balken (d. h. die vorderen Balken des Mittelraums) in zirkuläre Richtung um und stellen in der Grundplatte einen deutlich abgegrenzten Ring von zirkulären bindegewebigen Bündeln dar, welcher sich noch dadurch auszeichnet, daß zwischen den locker aneinanderliegenden Bündeln die Zellen reichlich vorhanden sind. Die Zellen sind aber ebenso gestaltet, wie an den übrigen Stellen der Grundplatte. Die Pigmentzellen treten hier ebenso massenhaft auf.

Ganz anders sehen die hinteren Balken des mittleren Raums aus.



Sie befestigen sich nicht an der *Descemet'schen* Haut, sondern am skleralen Gerüstwerk, und bieten die dem letzteren verwandte Züge. Hier treten die Bündel von acidophilen Fasern nur spärlich auf, nur soviel als notwendig sind, den Zellen als Stütze zu dienen. Den Zellen gehört hier die Hauptrolle.

An den Schnitten, die parallel der kameralen Wand gelegt sind, bilden die bindegewebigen Bündel ein lockeres Netz mit rhombischen Maschen. Dieses Netz ist in die Platten eingeschlossen, welche von den Zellen gebildet werden, indem die Zellen hier schwimnhautartig an den Seiten hervorspringen. Sie scheinen ein typisches Endothel vorzustellen, die Pigmentkörnchen liegen in den Zellen in der Umgebung des Kerns. Es sind noch andere, verzweigte Pigmentzellen vorhanden, die unter den platten Endothelzellen den bindegewebigen Bündeln anliegen; im schwimnhautartig hervorragenden Teil des Balkens sind solche Pigmentzellen nur ausnahmsweise bemerkbar. Es sind also in diesem Teil des Gerüstwerkes drei Elemente zu unterscheiden: Endothelzellen, Fasern, verzweigte Pigmentzellen, genau so wie in den vorderen kameralen Balken.

Es wäre aber falsch, wenn ich behaupten würde, daß die Endothelzellen wirklich die platten Zellen darstellen. Die meridional geführten Durchschnitte beweisen, nach der Anwendung der *Mallory'schen* Färbung, daß häufig nur eine Seite der Zellen, die den Balken des mittleren Raums der Kammerbucht zusammenstellen, mit einer platten Oberfläche begrenzt ist, während die zueinander gekehrten Flächen durch eine Lücke geschieden werden und in diesem, intratrabekulären Raum durch die feinen und dickeren Fortsätze verbunden werden.

Man muß also zwei Arten von Zwischenräumen des Gerüsts unterscheiden: diejenigen, welche außerhalb der Balken liegen und wirklich von den platten Seiten der Endothelzellen umgeben werden, und andere kleinere, die innerhalb der Balken sich finden. In diesem hinteren Teil des Mittelraums der Kammerbucht prävaliert wieder die Menge von Zellen über die Fasern, wie im skleralen Gerüstwerk, und die Zellen entsprechen ebensowenig dem Begriff vom „Endothel“. Sie sind vielleicht besser als „Deckzellen des Gerüsts“ zu nennen. Die Frage, ob diese Balken zum uvealen Gerüst gezählt werden

müssen, läßt sich schwer beantworten, da sie eine Übergangsformation darstellen; funktionell scheinen sie mit dem skleralen Gerüstwerk mehr verwandt zu sein, tektonisch, durch das Vorhandensein von verzweigten Pigmentzellen lassen sie sich mit den vorderen kameran Balken vergleichen. Jedoch finden sich die, jedenfalls nicht verzweigten, runden Pigmentzellen gesondert von den „Endothelzellen“ im skleralen Gerüst.

Die Grundplatte und die Ciliarfalten bieten am wenigsten die Gelegenheit zur Beschreibung ihres Baues. Ich möchte jedoch auf eine sehr gut differenzierte Verdickung der Grundplatte des Ciliarkörpers die Aufmerksamkeit lenken. Diese Verdickung befindet sich zwischen dem skleralen Gerüstwerk und dem Musculus ciliaris, wo die innerste Schicht des Muskels an die genannte Verdickung sich ansetzt.

Die genannte Verdickung sieht also wie eine Schwelle zwischen dem Muskel und dem skleralen Gerüstwerk aus und wird durch Anhäufung von Pigmentzellen markiert. Die äußersten Schichten des Muskels befestigen sich am Skleralwulst und nur die unbedeutende mittlere Schicht verbindet sich vielleicht direkt mit dem Balken des skleralen Gerüstwerkes; diese Verbindung geschieht eigentlich nur durch Befestigung der bindegewebigen Fasern des Muskellagers an die Balken des Gerüstwerkes. Die glatten Muskelzellen hören eigentlich früher auf.

Das Muskellager beim Renntier gleicht am meisten demjenigen im Pferdeauge; es sind ebenso spärliche Muskelfasern, die in dem Bindegewebe eingeschlossen sind. Die bindegewebigen Fasern verlaufen meistens parallel den Muskelfasern, manchmal scheiden sie die letzteren bündelweise voneinander ab; es sind auch zirkuläre Bündel vorhanden.

Die Lücken der Kammerbucht gelangen beim Renntier nicht in die Muskelschichten. Äußerst selten treffe ich kleinen Bündel von zirkulär verlaufenden Fasern, und zwar immer in der Nähe des skleralen Gerüstwerkes. Beim Pferd finde ich überaus reichliche Entfaltung der zirkulären Fasern, die auch von *Fritz* und von *H. Virchow* beobachtet worden sind.

Die Mächtigkeit des Muskels im meridionalen Querschnitt ist beim Renttier äußerst verschieden, in manchen Schnitten fand ich fast nur einzelne Muskelfasern. Die Länge des Muskellagers beträgt bis 2 mm, die Dicke — 0,2 mm.

Nach außen von der Sklera, welche nicht besonders stark pigmentiert ist, sind die episkleralen Blutgefäße gut entwickelt. Das konjunktivale Epithel ist dicht mit Pigmentkörnern angefüllt.

### *Vergleichendes.*

Die Liste von Augen der Huftiere, deren Kammerbucht bisher untersucht worden ist, bleibt noch sehr unvollständig, daher können wir in keinem Fall eine erschöpfende Analyse der wundervollen Architektur der Kammerbucht durchführen. Dazu kommt noch, daß die Verfasser durch die äußere Gleichartigkeit des Gerüsts der Kammerbucht einigermaßen entmutigt sind und abgesehen vom Pferdeauge die Befunde bei anderen Huftieren nur in wenigen Fällen abbilden.

Es ist selbstverständlich, daß mir bei der feineren Analyse der Eigentümlichkeiten der Kammerbucht vom Renttier nur das Auge des Pferdes übrig blieb und die Vergleichung mit diesem Auge, soviel es ratsam und notwendig war, habe ich schon ausgeführt. Abweichungen vom Pferdeauge sind jedenfalls vorhanden und sind auch oben berücksichtigt. Damit ist die vergleichende Aufgabe der Untersuchung vorläufig erledigt.

### *Ergebnisse.*

Die *Descemetsche* Haut endigt nicht in Form einer einfachen Platte. Im Auge vom Renttier wird sie nicht nur in der Richtung von innen nach außen, sondern auch zirkulär durch die bindegewebigen Achsen der Irisfortsätze durchsetzt und in gesonderte Lamellen zerpalten.

Das Gerüstwerk der Kammerbucht zeigt ganz gleichmäßige Entfaltung seiner typischen Bestandteile.


Die Irisfortsätze beim Renttier haben in erster Linie anatomisch nachweisbare Beziehungen zum distalen (vorderen) Teil der Grundplatte des Ciliarkörpers.

Die hinteren Balken und das sklerale Gerüstwerk bestehen hauptsächlich aus dem protoplasmatischen Netz, welches durch die sogenannte „Endothelzellen“ gebildet wird.

Die Balken haben scheinbar die spezielle Aufgabe diesem Syncytium die Festigkeit zu bieten. Außerdem scheint das Syncytium selber sehr grosse Resistenz gegen mechanische Einflüsse zu besitzen.

Auf der Papille des Sehnerven befindet sich beim Renntier ein Zapfen, welcher keine Fortsetzung in den Glaskörper entsendet und aus einem gliösen Gerüstwerk, einer bindegewebigen Achse und Blutkapillaren besteht.

Der Zapfen stellt eine scheinbare Fortsetzung der retinalen Venen-gefäße dar und muß nach seinen morphologischen Verhältnissen wahrscheinlich in die Reihe der rudimentären Gebilde eingereiht werden, welche bei den Säugern häufig vorkommen und als Reste der papillären Anhänge in den Augen der Kriechtiere aufgefaßt worden sind.



## Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Zapfen des Augenhintergrundes vom Renntier. Querschnitt. Toluidinblaufärbung nach *Benda*. *A* = äussere neurogliale, rundmaschige Schicht; *B* = Schicht der Gliazellen; *C* = innere neurogliale Schicht; *D* = bindegewebige Achse des Zapfens; *F* = Faserbündel der äusseren Schicht, die eigentlich längs verlaufen, hier aber in die äussere Schicht des Zapfens umbiegen; *Ka* = Kapillaren der gliösen Schicht; *Ki* = Kapillaren der bindegewebigen Achse. Vergrösserung 260 mal.
- Fig. 2. Rand der *Descemetschen* Haut des Auges vom Renntier. Meridionaler Schnitt. Färbung nach *v. Gieson*. *A* = bindegewebige Achse des vordersten Balkens; *Ba*; *Bi* = hinterster Balken, welcher noch mit der *Descemetschen* Haut verbunden ist; *Bv* = Balken des flachen bindegewebigen Polsters (Grenzring von *Schwalbe*), die in die *Descemetsche* Haut eingeschlossen sind; *Dtv* = äussere selbständige Lamellen der *Descemetschen* Haut; *E* = Epithel der *Descemetschen* Haut mit den Pigmentkörnchen im Protoplasma der Zellen; *Rs* = vordere Fortsetzung des skleralen Gerüstwerkes; *Sk* = Sklera; übrigens sind noch viele Pigmentzellen zu sehen. Vergrösserung 260 mal.
- Fig. 3. Gewebe des skleralen Gerüstwerkes aus einem Meridionalschnitt. Anilinblaufärbung nach *Mallory*. *B* = Balken des Gerüstwerkes, welche aus den durch die Kittsubstanz zusammengebundenen elastischen und nicht elastischen Fasern zusammengehalten werden; *K* = Kittsubstanz; *Z* = Zellen. Vergrösserung 600 mal.
- Fig. 4. Gewebe des skleralen Gerüstwerkes aus einem tangential zur Richtung der platten Balken geführten Schnitt; Rubin-Anilinblaufärbung nach *Mallory*. *B* = Balken; *Z* = Zellen. Vergrösserung 600 mal.

## Literaturverzeichnis.

1. Alexander, Ein weiterer Fall in den Glaskörper vordringender Arterienschlinge. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. 10. 1903.
2. Beauregard, Recherches sur les réseaux vasculaires de la chambre postérieure de l'oeil des vertébrés. Annales des sciences natur. Zoologie. Bd. IV. 1876.
3. Bernd, Die Entwicklung des Pecten im Auge des Hühnchens aus den Blättern der Augenblase. Diss. med. Bonn. 1905.
4. Brückner, Über Persistenz von Resten der Tunica vasculosa lentis. Arch. Augenheilk. Bd. 56. Ergänzungsh. 1907.
5. Cirincione, Su di alcune importanti malattie del fondo oculare. Lavori della clinica oculistica del Dott. Cirincione. Vol. II. Napoli 1902.
6. Dostojewsky, Über den Bau des Corpus ciliare und der Iris von Säugetieren. Arch. f. mikroskop. Anatom. Bd. XXVIII. 1886.
7. Ellenberger und Baum, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 12. Auflage. 1908.
8. Flämning and Parsons, Persistent hyaloid artery. Trans. ophthalm. Soc. United Kingdom. Vol. 23. 1902/03.
9. Franz, Das Pecten, der Fächer, im Auge der Vögel. Biol. Centralbl. Bd. 28. 1908.
10. Fritz, Über die Membrana Descemetii und das Ligamentum pectinatum Iridis bei den Säugetieren und beim Menschen. Sitzungsber. Kgl. Akad. Wiss. Wien. Mathem.-naturw. Kl. Bd. 15. 1906.
11. Froiep, Die Entwicklung des Auges der Wirbeltiere. Hertwigs Handbuch der Embryologie. Bd. II. 1905.
12. Fuchs, Zur Entwicklungsgeschichte des Wirbeltierauges. Anat. Hefte. Bd. 28. Heft 1. 1905.
13. Harmann, Rectangular connective tissue film veiling the optic disc. Trans. Ophthalmol. Soc. United Kingdom. Vol. 23. Sess. 1902/03.
14. Hirsch, Ein persistierendes Glaskörpergefäß. Arch. f. Augenheilkunde. Bd. 50. 1904.
15. Jonson, Contribution to the comparative Anatomie of the Mammalian Eye, chiefly based on ophthalmoscopic examination. Philos. Transact. Royal Soc. London. Vol. CXCIV. 1901.
- 15a. Kopsch, Fr., Iris und Corpus ciliare des Reptilienauges nebst Bemerkungen über einige andere Augenteile. Dissertation. Berlin 1892.
16. Manz, Artikel im Handb. der ges. Augenheilkunde. Graefe-Saemisch. 1. Aufl.
17. Maximow, Ueber die Zellformen des lockeren Bindegewebes. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. 67. 1906.

18. Owen, Zool. Soc. Trans. Vol. 2. Memoirs on the Extinct Wingless Birds of New Zealand.
  19. Parker, Observations on the Anatomy and Development of Apteryx. Roy. Soc. Proc. Vol. 50. Nr. 305. 1892.
  20. Polte, Angeborene Schlauchbildung im Glaskörper und Missbildung an der Pupille. Zeitschr. f. Augenheilkunde. Bd. 11. 1904.
  21. Rawitz, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Cetaceen. Internat. Monatsschr. f. Anat. und Physiol. Bd. 21.
  22. Rohwandl, Ausgedehnte Reste der fötalen Augengefäße. Zeitschr. f. Augenheilkunde. Bd. 15. 1906.
  23. Rumschewitsch, Ein seltener Fall von persistierenden Pupillarmembran. Arch. f. Augenheilkunde. Bd. 46. 1903.
  24. Sachsasber, Über das Auge der Anen- und Hemicephalen. Zeitschr. f. Augenheilkunde. Bd. 9. 1903.
  25. Schwalbe, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane. 1887.
  26. Schultze, Zur Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems im Säugetierauge. Festschr. für A. v. Kölliker. Leipzig 1892.
  27. Tretjakoff, Die vordere Augenhälfte des Frosches. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 80, S. 327. 1905.
  28. Ucke, Epithelreste auf dem Opticus des Säugetierauges. Arch. f. Mikroskop. Anatom. Bd. XXXVIII, S. 24.
  29. Virchow, H., Fächer, Zapfen, Leiste usw. Ergebnisse der Anatomie und Entw. Merkel und Bonnet. Bd. X. 1900.
  30. —, Mikroskopische Anatomie der äusseren Augenhaut und des Lidapparates. Graefe-Saemisch, Handbuch der gesamt. Augenheilkunde. Liefer. 126 und 127. 1908.
  31. Van Genns, Ein Fall von in den Glaskörper vordringenden Arterienschlinge. Zeitschr. f. Augenheilkunde. Bd. 24. 1904.
  32. Van Duyse, Terminaison paracristallienne d'une artère hyaloidienne persistante et permeable. Arch. f. Ophthalm. T. 22. Paris 1902.
  33. Wachtler, Zur Frage der in den Glaskörper vordringenden Arterien Schleifen. Zeitschr. f. Augenheilkunde. Bd. 10. 1903.
  34. Zürn, Die Retina und die Area centralis retinae der Säugetiere. Arch. f. Anatom. u. Phys. Anatom. Abt. Suppl. Jahrg. 1902.
-

## Referate.

Von

Fr. Kopsch.

---

**Franz Keibel** und **Franklin P. Mall**, *Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen*. Herausgegeben in Verbindung mit zahlreichen Mitarbeitern. Zwei Bände 8°. Erster Band IV und 553 Seiten, 423 Abbildungen, 1910. Geheftet M. 28.—, gebunden M. 31.—; zweiter Band VIII und 1037 Seiten, 658 Figuren. Leipzig 1911. S. Hirzel. Geheftet M. 56.—, gebunden M. 59.—.

Über den ersten Band des Handbuches ist in Heft 7/9 von Band 27 der Monatsschrift berichtet worden. Der zweite Band ist nach kurzer Zeit erschienen. Er enthält die Entwicklung des Nervensystems, bearbeitet von G. L. Streeter, die Entwicklung der chromaffinen Organe und der Nebenniere von E. Zuckerkandl, die Entwicklung der Sinnesorgane von F. Keibel, die Entwicklung des Darmes und der Atmungsorgane von O. Grosser, F. T. Lewis, I. P. Mc. Murrich, die Entwicklung des Blutes, des Gefäßsystemes und der Milz von H. M. Evans, Ch. S. Minot, F. R. Sabin, J. Tandler, die Entwicklung der Harn- und Geschlechtsorgane von W. Felix. Das Ineinandergreifen der verschiedenen Entwicklungsvorgänge von F. Keibel. Zum Schluß finden sich einige Berichtigungen und Nachträge, ein Sachregister (46 Seiten) und ein Autorenregister (11 Seiten).

Ein großes und wertvolles Werk ist nunmehr abgeschlossen. Es ist eine Zusammenstellung alles desjenigen, was über die Entwicklung des Menschen und seiner Organe bekannt ist. Durch diese Beschränkung auf menschliches Material, welche bis auf wenige Ausnahmen durchgeführt ist, unterscheidet sich die Darstellung erheblich von der bisher üblichen vergleichenden Betrachtung. Das Werk ist ein wertvolles Hilfsmittel für den Lehrer und Forscher. Druck und Ausstattung sind vorzüglich.

**M. von Frey**, *Vorlesungen über Physiologie*. II. Aufl. 8°. XII und 397 Seiten, 80 Textfiguren. Berlin 1911. J. Springer. Gebunden M. 11.—.

Das Werk ist, wie der Verfasser in der Vorrede zur ersten Auflage sagt, veranlaßt durch das wiederholte Verlangen der Studierenden nach einem Buch, welches sich dem mündlichen Unterricht möglichst anschließt. In der Art der Darstellung hat der Autor die Mitte zu halten gesucht zwischen den großen Lehr-



büchern und den „nur ein fleischloses Skelett“ bietenden Kompendien. Das Buch kann demnach nur eine Auswahl des Stoffes bieten; doch hat sich der Verfasser bemüht, größere Lücken zu vermeiden und das Dargestellte gleichmäßig zu behandeln.

Die zweite Auflage ist in allen Teilen verbessert, in manchen Abschnitten ganz neu bearbeitet worden, trotzdem ist der Umfang unverändert geblieben.

**Carl Oppenheimer**, *Grundriß der Biochemie für Studierende und Aerzte*. 8°. VII und 399 Seiten. Leipzig 1912. G. Thieme. Gebunden M. 9.—.

Der Verfasser will den Studierenden und den Ärzten die wesentlichsten Grundlagen der Biochemie, der Chemie des Lebens, zugänglich machen. Deswegen bringt er nur das Wichtigste, behandelt es aber ausführlich und hebt vor allem solche Tatsachen und Erwägungen hervor, welche die großen Zusammenhänge aufdecken.

Die Darstellung berücksichtigt ausschließlich die Tierwelt, und zwar vor allem die Säugetiere. Der Stoff ist in zwei Hauptabschnitte geteilt. Der erste enthält in systematischer Anordnung die wichtigsten chemischen Stoffe des Tierkörpers unter Berücksichtigung ihrer chemischen Zusammenhänge und ganz kurzer Angabe der wichtigsten Konstanten. Im zweiten Hauptteil sind die verhältnismäßig am besten bekannten Vorgänge im Zusammenhang darstellt, z. B. der Stoffwechsel, die Verdauung; ferner sind hier enthalten die wichtigsten Angaben über die chemische Zusammensetzung der Gewebe, Sekrete usw.

Ein alphabetisches Register von 11 Seiten bildet den Schluß. Das Geschick des Autors, bekannt durch die in zahlreichen Auflagen erschienenen Grundrisse der unorganischen und der organischen Chemie, hat auch dieses Werk zu einem wertvollen Lehrmittel für Studierende und Ärzte gestaltet.

**Martin H. Fischer**, deutsch von **Karl Schorr** und **Wolfg. Ostwald**, *Das Ödem*, eine experimentelle und theoretische Untersuchung der Physiologie und Pathologie der Wasserbindung im Organismus. 8°. VIII und 223 Seiten, 52 Figuren. Dresden 1910. Th. Steinkopf. Geheftet M. 6.—, gebunden M. 7.—.

Das vorliegende Werk, eine Preisschrift des N. L. Hatfield-Preises 1909 des College of Physicians in Philadelphia, U. S. A., behandelt die Frage, auf welche Weise und mit welchen Mitteln der lebende tierische und pflanzliche Organismus imstande ist, unter normalen und pathologischen Verhältnissen sein Wasser zu binden.

Als Grundlage der Betrachtung dient das Ödem, d. h. die Anwesenheit einer abnorm großen Wassermenge in den Geweben und den Gewebsräumen.

Während früher der Druck einer zirkulierenden Flüssigkeit als Mit- oder Hauptursache für die Entwicklung des Ödems betrachtet wurde, verlegt der Autor die Ursache in die Gewebe selbst, und zwar sind es die in den Geweben enthaltenen Kolloide, welche die Bindung des Wassers bedingen.

Das Aufnahmevermögen der Kolloide für Wasser wird größer bei Vorhandensein von Säuren, geringer unter der Einwirkung von Neutralsalzen (Zitrate, Tartrate, Sulphate, Phosphate), wie Versuche mit Fibrin, Gelatine, herausgenommenen Tieraugen und Froschmuskeln in übereinstimmender Weise gezeigt haben.

Auch im lebenden Organismus führt abnorme Säureproduktion oder ungenügende Entfernung gebildeter Säure zu größerer Wasseraufnahme durch die Kolloide der Gewebe und damit zum Ödem.

Die Rückbildung der Ödeme bestimmter Organe nach Behandlung mit entsprechenden Salzlösungen spricht für die Richtigkeit der entwickelten Anschauungen.

Die Auffassung Fischers und die Ergebnisse seiner Versuche eröffnen ein großes fruchtbares Arbeitsgebiet für den Kliniker. Die Beweisführung erscheint einleuchtend, zur Nachprüfung und zu weiteren Versuchen einladend. Das Studium seiner Schrift sei den klinischen Medizinern bestens empfohlen.

In kurzer Form ist der Inhalt des Buches wiedergegeben in Heft 3/5 von Band I der Kolloidchemischen Beihefte Dresden 1910. Th. Steinkopf.

Medizinischer Verlag von **Georg Thieme** in **Leipzig**.

# Gesammelte Werke

von

# Robert Koch.

Unter Mitwirkung

von

**Prof. Dr. G. Gaffky,**

Geh. Ober-Med.-Rat und Direktor des  
Instituts für Infektionskrankh. in Berlin

**Prof. Dr. E. Pfuhl,**

General-Ober-Arzt a. D.  
in Berlin

herausgegeben

von

**Prof. Dr. J. Schwalbe,**

Geh. San.-Rat in Berlin.

Mit 194 Textabbildungen, einem Porträt  
und 45 Tafeln.

**Drei Bände. Gr.-Lex.-8°.**

**Kartoniert M. 80.—, gebunden M. 88.—.**

J. F. LEHMANN's Verlag in MÜNCHEN.

---

# Vom Tierhirn zum Menschenhirn.

Vergleichend morphologische, histologische und biologische Studien über die Entwicklung der Grosshirn-Hemisphären und ihrer Rinde.

Von Dr. Ch. Jakob und Cl. Onelli.

I. Teil: Tafelwerk nebst Einführung in die Geschichte der Hirnrinde.

Von Dr. Ch. Jakob. 40 S. Gross-Folio Text, 48 Lichtdruck- und Autotypietafeln.

**Preis M. 30.—.**

II. Teil: Textband: Spezielle Morphologie, Histologie und Biologie der Hirnrinde.

(Der Textband erscheint im Jahre 1912; jeder Druckbogen wird mit 50 Pf. berechnet.)

---

# Das Menschenhirn.

Der Aufbau und die Bedeutung seiner grauen Kerne und Rinde.

Von Dr. Ch. Jakob.

I. Teil: Tafelwerk nebst Einführung in den Organisationsplan der grauen Substanz.

60 S. Gross-Folio Text, 90 Lichtdruck- und Autotypietafeln. **Preis M. 60.—.**

II. Teil: Erklärender Textband: Das menschliche Zentralnervensystem und seine Leistungen.

(Der Textband erscheint im Jahre 1912; jeder Druckbogen wird mit 50 Pf. berechnet.)

---

Medizinischer Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

---

# Zeitschrift für Chemotherapie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Wirkl. Geh. Rat P. Ehrlich, Exz.,

Geh. Rat A. von Wassermann und

Geh. Rat F. Kraus

Redaktion: Dr. Keysser.

**Originale**, Band (4 Hefte) M. 20.—. **Referate**, jährlich 12 Hefte M. 40.—.

(Neue Folge der „Folia serologica“).

 Probeheft gratis. 

# Internationale Monatsschrift

für

# Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan, S. Ramón y Cajal in Madrid, H. F. Formad in Philadelphia, C. Golgi in Pavia, S. Laszkowski in Genf, A. Macalister in Cambridge, G. Retzius in Stockholm

**E. A. Schäfer**

in Edinburg.

**L. Testut**

in Lyon

und

**Fr. Kopsch**

in Berlin.

Band XXIX. Heft 4/6.

---

LEIPZIG 1912

Verlag von Georg Thieme.

# I n h a l t.

	Seite
Dr. <b>Camillo Mobilio</b> , Topografia cranio-encefalica del cane preceduta dalla descrizione del mantello cerebrale. (Con Tav. VII, VIII) . . . . .	205
Cand. med. <b>Otto Rosenbaum</b> , Über die Struktur der Grundsubstanz des Netzkorpels. (Mit Tafel IX) . . . . .	264
Cand. med. <b>Bruno Griesmann</b> , Über die fibrilläre Struktur des Sarkolemmas . . . . .	268
Dr. <b>Celestino Gozzi</b> , Contributo allo studio della Fisiopatologia dell'apparato Tiro-paratiroideo. (Con Tav. X, XI) . . . . .	273
<b>Fr. Kopsch</b> , Referat . . . . .	320

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 50 Sonderabdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden direkt an die Redaktion: Prof. Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf bei Berlin, Kaiserplatz 2, erbeten.

*Reprints. Contributors desiring more than 50 extra copies of their articles can obtain them at reasonable rates by application to the publisher Georg Thieme, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Germany.*

*Contributions* (French, English, German, Italian or Latin) should be sent to the associate editors or to the editor Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf by Berlin, Kaiserplatz 2.

**Avis.** Les auteurs des mémoires insérés dans ce journal qui désireront plus de 50 tirages à part de leurs articles, les obtiendront à des prix modérés en s'adressant à M. Georg Thieme, libraire-éditeur, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Allemagne.

Les articles écrits *en allemand, en anglais, en français, en italien ou en latin* doivent être adressés à l'un des Professeurs qui publient le journal, ou à M. Fr. Kopsch à Wilmersdorf près de Berlin, Kaiserplatz 2.

## Die bisher erschienenen Bände kosten:

Bd.	I		M.	40.—		Bd.	XV		M.	73.—
"	II	"	"	52.—	"	"	XVI	"	"	70.50.
"	III	"	"	47.50.	"	"	XVII	"	"	65.—
"	IV	"	"	72.—	"	"	XVIII	"	"	75.—
"	V	"	"	63.—	"	"	XIX	"	"	50.—
"	VI	"	"	77.50.	"	"	XX	"	"	59.—
"	VII	"	"	87.—	"	"	XXI	"	"	70.—
"	VIII	"	"	100.—	"	"	XXII	"	"	50.—
"	IX	"	"	76.30.	"	"	XXIII	"	"	55.—
"	X	"	"	93.50.	"	"	XXIV	"	"	78.—
"	XI	"	"	92.60.	"	"	XXV	"	"	56.—
"	XII	"	"	79.—	"	"	XXVI	"	"	60.—
"	XIII	"	"	76.10.	"	"	XXVII	"	"	78.60.
"	XIV	"	"	48.30.	"	"	XXVIII	"	"	70.—

Bd. I—XXV statt M. 1706.30 nur **M. 1200.— bar.**

Istituto di Anatomia Normale della R. Scuola Sup. Veterinaria di Torino.  
Diretto dal Prof. U. Zimmerl.

## **Topografia cranio-encefalica del cane preceduta dalla descrizione del mantello cerebrale.**

**Dr. Camillo Mobilio,**  
Aiuto e libero docente.

(Con Tav. VII, VIII.)

Mentre in anatomia umana, accanto al grande progresso della parte descrittiva del cervello, come del resto degli altri organi, è proceduto con fervore, per così dire, il lavoro per le ricerche di topografia cranio-cerebrale, per cui si vede una quantità di studiosi che si seguono l'un l'altro, per ricercare nuovi metodi che sempre meglio e con maggior precisione indichino a quale punto della scatola cranica corrisponda un dato punto dell'encefalo. (a cominciare da Gratiolet nel 1854, seguito poi da Broca, Bischoff, Heftler, Turner, Lucas-Championnière, Heftler, Paris, Ragnaud, Féré, Hecker, Tamburini, M. de la Foulhouze, Pozzi, Kuff, Giacomini, Morel, Boyer, Lachi, Kroenlein, Masse, Haffner, D'Antona, Padula, Morgera, Bert e Vigard, Reynier e Clover, Monoet e Vanvert, Debière, Hartley e Kenyon, Tusini, Müller, Razzaboni, ed altri), in anatomia veterinaria non abbiamo che una memoria del Prof. Negri. Mentre questi, col suo pregevole lavoro — Saggio di topografia cranio-cerebrale negli equini — additava la via di nuove e feconde ricerche per i cultori dell'anatomia degli animali domestici, nessuno ne ha seguito l'esempio.

Io ho voluto portare il mio tenue contributo, sperando di fare opera utile, non fosse per altro che per richiamare l'attenzione su questo argomento, che reputo di grande interesse tanto per il chirurgo che per il medico e sopra tutto per il fisiologo e patologo. Ho prescelto

il cane sia perchè questo è l'animale che più si presta alla ricerca dei centri motori e sensoriali, o che almeno è più in uso presso i fisiologi, e sia perchè, dopo gli equini, è l'unico animale che a noi è dato ottenere in molti esemplari; ma certo di non minore utilità dovrebbe riuscire per i veterinari una ricerca analoga fatta sui bovini, sui piccoli ruminanti e nei suini, se non per il fisiologo che difficilmente potrà sperimentare su questi animali, dato il loro alto valore commerciale.

Prima di venire alla parte topografica, sento la necessità di descrivere la superficie circonvolta del cervello, a fine di rendere più agevole al lettore l'esposizione di quella.

### *Circonvoluzioni cerebrali* — Scissure e solchi.

La superficie circonvolta degli emisferi cerebrali vien qui descritta secondo il metodo di Lesbre e Forgeot<sup>1)</sup>. Cercherò tuttavia di indicare i principali sinonimi, per rendere più facile l'interpretazione delle parti a chi ha già acquistata l'abitudine di considerarle diversamente, ed accennerò anche alle principali variazioni che ho potuto notare nei cervelli che ho avuto a disposizione (100 per la parte descrittiva) e tratterò rapidamente delle omologie col cervello umano. A questo proposito però devo osservare che le analogie vengono stabilite secondo il concetto mio personale, dopo l'attento esame del cervello dell'uomo e quello del cane, senza tener conto di quanto si è discusso finora tra gli studiosi che tale argomento hanno trattato e senza fare discussioni, perchè ora non è il caso, volendo io soltanto mettere in chiaro, a chi legge, la disposizione del mantello cerebrale, affinchè possa utilizzare la parte topografica che dopo dovrò svolgere, e non intento perciò allungare in modo eccessivo la parte descrittiva.

Un'altra cosa, infine, devo far rilevare ed è che in nota ho creduto bene scrivere a quale lobo ciascuna parte appartiene, secondo il metodo di descrizione di Ellenberger e Baum<sup>2)</sup>, il cui testo è più generalmente conosciuto.

<sup>1)</sup> *Lesbre et Forgeot*. Étude des circonvolutions cérébrales dans la série des Mammifères domestiques. Comparaison avec l'Homme. Lyon 1904.

<sup>2)</sup> *W. Ellenberger e H. Baum*. Anatomie descriptive et topographique du Chien. Traduit de l'Allemand par J. Deniker. Paris 1894.



Le misure delle circonvoluzioni e delle scissure sono state prese su tre cani, di diversa grandezza ed al lato destro:

Uno piccolo (volpino), del peso vivo di 1990 g; uno medio (bulldog), del peso vivo di 20 kg; l'altro (s. Bernardo), del peso vivo di di 62 kg.

Di quest'ultimo ho potuto prendere solo il cervello, togliendolo dalla base, perchè è stato imbalsamato.

Le dimensioni date in tre animali di così differente taglia credo debbano riuscire più utili allo studioso anzichè la nozione di dimensioni medie, fatte esaminando molti cervelli, perchè, di qualunque grandezza sarà il soggetto che a lui si presenterà, potrà paragonarlo ad uno dei tre che io ho indicati e farsi un concetto relativo delle dimensioni delle circonvoluzioni e scissure.

Ho detto *relativo* ed aggiungo molto relativo, perchè è impossibile dare una norma che indichi le dimensioni delle circonvoluzioni e scissure nei diversi individui, variando esse per moltissime cause, in rapporto alla razza, all'età, al sesso, al peso del corpo, al lato, ecc.

Dando le misure prese nei tre cani suddetti, ogni volta scriverò: e. picc. (cane piccolo); e. m. (cane di media grandezza); e. gr. (cane di grossa taglia).

\*            \*            \*

Nella faccia esterna degli emisferi si distinguono 6 grandi circonvoluzioni, e cioè:

I. La *circ. sagittale*; II. la *circ. ectosagittale*; III. la *circ. ectosilviana*; IV. la *circ. silviana*; V. la *circ. comune anteriore*; VI. la *circ. comune posteriore*.

Oltre queste grandi circonvoluzioni, se ne trova un'altra, molto piccola, detta *circ. dell'insula di Reil* o *sotto-silviana* (Fig. 1, i. R.). „Sin. Lobo o lobulo dell'insula; lobo centrale, lobulo del corpo striato, lobo coperto (nell'uomo) — Lobulo sotto-silviano (Negrini-Tenchini: lobettino centrale nel tipo pecorino (Lussana e Lemoig e) negli equini e bovini.“ Questa però nel cane è, come ho detto, molto piccola ed essendo anche nascosta non può avere grande importanza in topografica.

Veniamo nondimeno a parlarne brevemente prima di passare alla descrizione delle altre circonvoluzioni, che più ci interessano.

Trovasi collocata in quel triangolo risultante dalla convergenza della scissura di Silvio, della scissura rino-marginale<sup>1)</sup> ed ippocampo-marginale<sup>2)</sup>; in altre parole, trovasi nel punto in cui la scissura di Silvio si apre nella porzione esterna della scissura limbica. In questo punto, tolta la pia madre, talvolta la circonvoluzione sotto-silviana appare, per un piccola parte, a guisa di un noduletto.

Per poterla esaminare in tutta la sua estensione, è necessario allontanare le due labbra della scissura di Silvio e divaricare un po' le labbra delle altre due scissure predette. Allora si mostra come una piramide a tre facce: la base s'impianta sul lobo piriforme o dell'ippocampo, l'apice corrisponde al vertice della scissura di Silvio; una delle facce è interna e si continua con l'emisfero, le altre due sono esterne, una anteriore l'altra posteriore, separate tra loro dal margi e esterno, il quale è tagliente, un po' ondulato e guarda la scissura di Silvio.

La faccia anteriore corrisponde alla circonvoluzione silviana anteriore e, verso l'estremo orale, alla circ. comune anteriore; la faccia posteriore, alla circ. silviana posteriore ed al polo temporale. Le due dette facce sono lisce.

Oltre l'accennato margine esterno, se ne osserva un altro anteriore, che forma un solco unendosi alla circ. silviana anteriore, ed uno posteriore, che si comporta allo stesso modo con la circ. silviana posteriore.

L'angolo che la base forma col margine anteriore arriva alla circonvoluzione frontale inferiore, quello che forma col margine posteriore si trova presso l'origine della scissura ippocampo-marginale.

La circonvoluzione ora descritta nel cane sta a rappresentare il complesso ed anche nascosto lobo dell'insula dell'uomo e quella che tra gli altri nostri animali domestici raggiunge il massimo sviluppo nei ruminanti, mostrandosi nettamente sulla superficie esterna degli emisferi.

*Varietà.* La circ. di Reil raramente può essere ridotta ad un semplice strato appiattito ed in questo caso non si distingue. — Le sue facce possono presentare delle lievi ondulazioni, accennando così alla suddi visione in circonvoluzioni, come nell'uomo — Presso il margine esterno

<sup>1)</sup> Scissura limite del lobo olfattivo, scissura rinale (Ell. e B.).

<sup>2)</sup> Scissura limite del lobo piriforme, scissura rinale posteriore (Ell. e B.).

si può trovare un solco verticale ben distinto, che ricorda il *grande solco dell'insula* dell'uomo e che divide il lobo dell'insula in un lobulo anteriore ed uno posteriore.

In un cane volpino, l'insula appariva nettamente sulla superficie ester. a dell'emisfero come un corpo rettangolare, col lato superiore però ad ogiva, alto 5 mm e largo 3. In tre altri cani, anche di piccola taglia, l'insula si mostrava scoperta per un tratto irregolarmente circolare, del diametro di circa 2 mm.

### I. *Circonvoluzione sagittale o marginale* (Fig. 1 e 2).

(Sin. Quarta circonvoluzione arcata, circ. marginale [Ell. e B.] )

La sagittale è la prima circonvoluzione, quella cioè che trovasi sul bordo sagittale dell'emisfero e che vien separata da quella del lato opposto dalla scissura interemisferica, occupata dalla falce del cervello.

Essa si estende dall'estremità frontale dell'emisfero all'estremità occipitale, ed è limitata, lateralmente, dalla scissura ectosagittale (Fig. 1); medialmente dalla scissura calloso-marginale (Fig. 2).

La circ. sagittale può essere divisa in quattro sezioni, che, cominciando dall'avanti, sono: 1<sup>o</sup>, il *lobo frontale*; 2<sup>o</sup>, il *giro sigmoide*; 3<sup>o</sup>, la *circ. sagittale propriamente detta*; 4<sup>o</sup>, la *circ. cerebellare*.

#### 1<sup>o</sup> *Lobo frontale*<sup>1)</sup>.

(Sin. Lobulo orbitario di Lesbre e Forgeot.)

Il lobo frontale (Fig. 1 e 2), corrispondente al lobo omonimo dell'uomo, è quella parte della circ. sagittale che occupa l'estremità anteriore dell'emisfero, in rapporto con l'osso frontale (Fig. 3).

Esso trovasi tra il lobo olfattivo in avanti, il giro sigmoide in alto ed indietro, la circ. comune anteriore indietro ed in basso e le radici olfattive in basso.

Il lobo frontale ha la forma di una piramide a tre facce, incavata alla base, rivolta indietro, e coll'apice smusso in avanti.

<sup>1)</sup> Ellenberger e Baum comprendono sotto il nome di lobo frontale non solo la parte che noi consideriamo come tale, ma anche la branca precruciale del giro sigmoide, segnando come limite posteriore il solco crociale e la scissura presilviana: altri vi comprendono ancora tutto il giro sigmoide.

Data questa sua configurazione, vi si possono distinguere: tre *facce*, una *interna*, una *esterna* e l'altra *inferiore*; tre *margini*, uno *superiore*, l'altro *infero-interno* ed il terzo *infero-esterno*; due *estremità*, una posteriore o *base*, l'altra anteriore od *apice*.

a) La *faccia interna o mediale* (Fig. 2, *F*) è separata dalla corrispondente dell'altro lato mediante la falce del cervello, occupante la scissura interemisferica, e si continua direttamente con la circonvoluzione del corpo calloso. È piana ed in gran parte liscia, però presenta delle nervature più o meno ondulate, a seconda del corso dei vasi che lasciano tali impronte; spesso vi si trova un'incisura, la cui forma è variabile e che da Ellenberger e Baum vien chiamata *scissura rostrale*. Ordinariamente mostra ancora uno o due solchi, posti in avanti del corpo calloso, i quali stanno a rappresentare la porzione anteriore o genuale <sup>1)</sup> della scissura calloso-marginale.

La faccia mediale del lobo frontale, fino alla porzione genuale della scissura calloso-marginale, corrisponde alla circ. frontale interna dell'uomo.

b) La *faccia esterna o laterale*, leggermente convessa, presenta due incisure longitudinali, che possono chiamarsi rispettivamente *solco frontale superiore* e *solco frontale inferiore*, poichè esse corrispondono ai solchi di tal nome del cervello umano.

Il *solco frontale superiore* <sup>2)</sup> (Fig. 1, *s. f*) è più sviluppato dell'altro; incomincia dalla scissura presilviana e si porta in avanti con direzione obliqua dall'alto in basso, quasi parallelamente al bordo superiore del lobo stesso. Trovasi nel terzo superiore della faccia esterna, a  $\frac{1}{2}$  cm in media dal detto bordo.

Il *solco frontale inferiore* <sup>3)</sup> (Fig. 1, *s. f'*), più breve e meno evidente del precedente, nasce un po' in avanti della scissura presilviana e scorre sulla faccia laterale del lobo, in direzione quasi parallela a quella del solco superiore.

Questi due solchi limitano tre pieghe, a direzione antero-posteriore,

<sup>1)</sup> Scissura del ginocchio del corpo calloso, prespleniale o subfrontale (*fissura genualis*) (Ell. e B.).

<sup>2)</sup> Scissura sopraorbitaria, scissura frontale superiore (*fissura prorça*) (Ell. e B.).

<sup>3)</sup> Scissura frontale inferiore (Ell. e B.).

che possono denominarsi, come le corrispondenti dell'uomo: *prima*, *seconda* e *terza circonvoluzione frontale*, incominciando dall'alto, oppure: *circonvoluzione frontale superiore*, *mediana* ed *inferiore*.

La *prima circonvoluzione frontale* o *circ. fr. superiore* (Fig. 1, c, f) è posta al disopra del solco frontale omonimo ed è sempre inclinata dall'alto al basso e dall'indietro in avanti. È più larga nella sua parte posteriore, dove si continua con la branca precruciale del giro sigmoide, che verso l'apice del lobo frontale. Presso quest'ultimo punto, per un'estensione di pochi millimetri sempre variabili di numero, non è divisa dalla circonvoluzione sottostante, poichè il solco frontale superiore si arresta sulla faccia laterale del lobo, come già abbiamo detto.

Essa corrisponde al margine superiore del lobo ed è arrotondata e liscia; nel senso antero-posteriore è leggermente convessa.

La *seconda circonvoluzione frontale* o *circ. fr. media* (Fig. 1, c f<sup>1</sup>) trovasi tra i due solehi frontali, è la più estesa e si confonde in avanti con le altre due.

La *terza circonvoluzione frontale* o *circ. fr. inferiore*<sup>1)</sup> (Fig. 1, c f'') trovasi tra il solco frontale inferiore e la scissura rino-marginale. Essa è mal delineata, dato il poco sviluppo del solco che la limita superiormente, ed appare come un nastrino largo 3—5 mm, fusa alle sue due estremità con la circonvoluzione soprastante. È anch'essa liscia.

c) La *faccia inferiore* o *ventrale* ricopre le radici del lobo olfattivo e corrisponde al lobo orbitario dell'uomo. Nella sua parte anteriore mostra una doccia, detta *solco olfattivo*<sup>2)</sup> poichè vi si adatta il lobo olfattivo. Il labbro interno di tale solco è ordinariamente molto più sviluppato dell'esterno ed è conosciuto anche sotto il nome di *piega subrostrale*<sup>3)</sup>.

d) Il *margine superiore o dorsale*, leggermente convesso, segna il limite tra la prima circonvoluzione frontale e la faccia interna del lobo; incomincia posteriormente dalla branca precruciale del giro sigmoide e si termina all'estremità anteriore dell'emisfero.

e) Il *margine infero-interno* è rappresentato da quella linea che separa

<sup>1)</sup> Circonvoluzione di Broca nell'uomo.

<sup>2)</sup> Scissura olfattiva (Ell. e B.).

<sup>3)</sup> Saubprore (Ell. e B.).

la faccia mediale dalla inferiore e trovasi al disopra della radice olfattiva interna.

f) Il *marginè infero-esterno* è quella linea che segna il limite tra la faccia laterale e la inferiore e che sta al disopra della scissura rino-marginale.

g) L'*estremità posteriore o base del lobo frontale*, incavata ad U con l'apertura rivolta indietro, abbraccia la branca precruciale del giro sigmoide in alto, e la circ. comune anteriore in basso. Dalle dette parti vien separata, sulla faccia esterna, mediante la scissura presilviana, e sulla faccia interna non vi è un limite netto, data la diretta continuazione del lobo orbitario con la circ. del corpo calloso, meno nei casi in cui trovasi evidente la porzione genuale della scissura calloso-marginale, il cui labbro anteriore rappresenta il limite che cerchiamo.

h) L'*estremità anteriore od apice del lobo frontale* corrisponde al punto d'incontro delle tre facce ed è arrotondato e liscio.

Il lobo frontale, considerato come un triangolo con l'apice in avanti e con la base rappresentata dalla scissura presilvana e con i lati dalle due linee congiungenti l'apice alle due estremità di detta scissura, ha le seguenti dimensioni:

	<i>Cane piccolo</i>	<i>Cane medio</i>	<i>Cane grande</i>
Base	{ 23 mm (in linea retta) 28 mm (seguendo la sua curva)	{ 27 mm 34 mm	{ 27 mm 39 mm
Altezza	{ 13 mm } (dall'apice al punto più convesso della scissura presilviana)	{ 17 mm	{ 22 mm
Lato superiore	{ 20 mm (in linea retta)	{ 25 mm	{ 30 mm
Lato inferiore	{ 21 mm (in linea retta)	{ 27 mm	{ 33 mm

*Varietà.* Le varietà riguardanti i solchi e le circonvoluzioni del lobo frontale sono così frequenti che a rigore non si potrebbe neanche stabilire il tipo normale, e si osservano non solo nei diversi individui ma anche nei due lati dello stesso cervello.

Si possono avere tre solchi, più o meno distinti ed irregolari, e quindi quattro circonvoluzioni frontali, a somiglianza di quanto osservasi nei grandi carnivori e come verificasi talvolta nell'uomo (6% a destra, 12% a sinistra, 8% d'ambo i lati). Bisogna notare però che in questi casi il 3° solco è molto breve, 1—2 mm, e quasi sempre

il 2° incomincia dalla scissura presilviana ed è anche breve; il 1°, o solco superiore, si origina in avanti di detta scissura.

Vi può essere un solo solco, e questo è sempre il superiore (4% a destra, 6% a sinistra). Il solco frontale superiore può originarsi in avanti della scissura presilviana (4% a destra, 6% a sinistra, 8% d'ambo i lati), oppure può essere interrotto nel suo mezzo da una piega anastomotica tra la circ. frontale superiore e media (10% a d., 8% a sin., 10% a d. e sin.), e può essere biforcuto alla sua estremità anteriore (16% a d., 12% a sin., 10% a d. e sin.), o può essere a forma di fossetta con tre raggi (6% a d., 8% a sin., 8% a d. e sin.).

Il solco frontale inferiore può cominciare anch'esso dalla scissura presilviana (12% a d., 12% a sin., 14% a d. e sin.), ed in questo caso può essere brevissimo, meno di 1 mm. o più o meno lungo. I due solchi frontali possono incominciare entrambi in avanti della scissura presilviana (7% a d., 4% a sin., 12% a d. e sin.) ed essere biforcati alla loro origine, posteriormente, di modo che ognuno presenta un ramo ascendente ed uno discendente, e quindi i quattro rami vengono a formare un solco verticale, quantunque incompleto, quasi parallelo alla detta scissura presilviana (2% a d., 4% a sin., 2% a d. e sin.). Tale solco ricorda quello chiamato nell'uomo *prerolandico* dal Giacomini, e limita con la scissura presilviana una circonvoluzione verticale che ricorda la *circ. frontale ascendente* o *prerolandica* dell'uomo stesso. Si nota talvolta, oltre al solco frontale superiore normale, un solco verticale, parallelo alla scissura presilviana e 3 mm avanti di questa (4% a d., 6% a sin., 10% a des. e sin.), solco che può essere interrotto da una piega di passaggio (2% a d., 2% a d. e sin.) In un caso, al lato sinistro, si notava un solco profondo che incominciava dalla scissura presilviana, tra il suo terzo medio ed il superiore, si portava in avanti e, a metà altezza del lobo, s'incurvava in basso, per giungere fin presso la scissura rino-marginale. Vi può essere un solo solco, molto lungo e parallelo alla scissura presilviana e che si ferma a breve distanza dai margini superiore ed infero-esterno del lobo (2% a d., 2% a sin., 2% a d. e sin.).

2° *Giro sigmoide.* (Fig. 1 e 2, *g. s.*)

Il giro sigmoide è una circonvoluzione che nel cane raggiunge un grande sviluppo. Trovasi anch'esso in rapporto coll'osso frontale e si estende in gran parte sulla faccia superiore dell'emisfero ed in parte sulla faccia mediale.

Sulla faccia superiore dell'emicervello trovasi in rapporto in avanti e cominciando dall'alto: 1° con la circ. frontale superiore; 2° con la scissura presilviana; 3° con la circ. comune anteriore; indietro ed in alto si continua con la circ. sagittale propriamente detta, da cui tende a separarlo il *solco ad ansa* (Fig. 1, *s. a.*); esternamente vien diviso dalla circ. ectosagittale mediante la porzione mediana della scissura ectosagittale.

Sulla faccia mediale, trovasi diviso in basso dalla circ. del corpo calloso mediante la scissura calloso-marginale; in avanti non è ben distinto dalla faccia mediale del lobo orbitario, continuandosi con questo direttamente; indietro si continua anche direttamente con la faccia interna della circ. sagittale propriamente detta ed a breve distanza trovasi poi il *solco crociale accessorio* (Fig. 2, *s. cr*<sup>1</sup>)<sup>1</sup>).

Il giro sigmoide ha la forma di un U, la cui parte curva è rivolta all'esterno sulla faccia superiore dell'emisfero e le cui branche si dirigono verso la fessura interemisferica, e, giunte sul bordo sagittale dell'emisfero, si ripiegano sulla faccia mediale dello stesso, per terminarsi poi presso la circonvoluzione calloso-marginale, da cui restano divise mediante la scissura calloso-marginale.

Il giro sigmoide potrebbe dunque paragonarsi ad un ferro di cavallo con i ramponi: tutto il ferro starebbe sulla faccia superiore dell'emisfero ed i ramponi sulla faccia interna. L'apertura della U o del ferro di cavallo, se piace il paragone, è rappresentata dalla *scissura crociale*.

La *scissura crociale* (Fig. 1, *s. cr.*)<sup>2</sup>) ha ricevuto un tale appellativo da Leuret perchè fa angolo con la fessura interemisferica, e con

<sup>1</sup>) La zona che trovasi tra il solco crociale ed il solco crociale accessorio nella faccia mediale dell'emisfero viene da Ellenberger e Baum chiamata circonvoluzione presplenale.

<sup>2</sup>) Scissura cruciforme (Ell. e B.); solco cruciale (Lesbre e Forgeot).



questa le scissure dei due emisferi formano una croce sulla superficie superiore del cervello.

Nel cane però il detto angolo ordinariamente non è retto ma è acuto in avanti, perchè il solco crociale trovasi più o meno leggermente inclinato dall'interno e dal di dietro all'esterno ed in avanti. Talvolta però si avvicina molto all'angolo retto, almeno per un certo tratto, poichè verso la sua parte terminale quasi sempre piega un po' in avanti (4% a d., 10% a sin., 4 % a d. e sin.). — In un mesocefalo ho trovato tale angolo ottuso e la scissura crociale, sulla faccia superiore dell'emisfero era, a sinistra, dritta; a destra invece, sebbene l'angolo fosse anche ottuso, la scissura descriveva una curva, a concavità anteriore.

La scissura crociale si continua direttamente con la scissura calloso marginale e la sua estremità esterna ordinariamente è semplice, solo talvolta è biforcata, per un piccolo tratto, a guisa di Y. È lunga, sulla faccia dorsale dell'emisfero, misurata in linea retta: c. picc. 13 mm: c. m. 17 mm; c. gr. 13 mm. Essa, noi lo crediamo, rappresenta la *pars marginalis* della scissura calloso-marginale dell'uomo.

Ritornando al giro sigmoide, dobbiamo dunque descrivere in esso due *branche*, una *anteriore* ed una *posteriore*, ed una *commessura*:

a) La *branca anteriore* dicesi *precruciale* <sup>1)</sup> e, mentre sta per ripiegarsi dalla faccia superiore dell'emisfero sull'interna, riceve le circonvoluzioni frontale superiore, con la quale è in diretta continuazione.

b) La *branca posteriore* o *postcruciale* <sup>2)</sup> è un po' più larga della precedente. Sul bordo sagittale dell'emisfero e sulla faccia mediale è fusa con l'estremità anteriore della circonvoluzione sagittale propriamente detta. Mostra sulla faccia superiore una fassetta triangolare <sup>3)</sup>.

c) La *commessura*, che unisce le due branche, è curva a convessità esterna, è limitata dalla scissura coronaria e mostrasi sempre liscia. Nel punto in cui la commessura sta per passare nella branca anteriore arriva la circonvoluzione comune anteriore, che si continua, senza limite distinto, col giro sigmoide.

<sup>1)</sup> Circonvoluzione centrale anteriore o prerolandica di Ellenberger e Baum. Secondo questi autori appartiene al lobo frontale.

<sup>2)</sup> Circ. centrale posteriore o postrolandica, posteruciforme, postfrontale, appartenente al lobo parietale (Ell. e B.).

<sup>3)</sup> Solco posteruciforme (Ell. e B.).

La branca posteruciale è limitata posteriormente e sulla faccia mediale dell'emisfero da un piccolo solco, detto *solco crociale accessorio*, in paragone della scissura, chiamata anche solco, crociale.

Il *solco crociale accessorio* <sup>1)</sup> è una piccola fenditura che dalla scissura calloso-marginale si solleva verso il bordo sagittale dell'emisfero, a cui sovente arriva. Trovasi 1 cm, in media, distante e dietro la scissura crociale. È anch'esso un po' inclinato dal basso in alto e dal di dietro in avanti, come la porzione della scissura crociale che, trovasi sulla faccia mediale dell'emisfero, e per lo più corre un pò ondulato ed a linea spezzata.

Il solco crociale accessorio a noi pare sia l'omologo di quel solco che nell'emisfero dell'uomo trovasi quasi sempre nel lobo quadrilatero, dietro la piega parieto-lingua anteriore, disposto verticalmente, e difatti nei casi in cui vi è la piega prelingua nel cane, che è l'omologa della nominata nell'uomo, esso solco trovasi dietro detta piega.

Il *giro sigmoide*, dal bordo sagittale dell'emisfero al punto di maggiore convessità della commessura, è largo: c. picc. 16 mm; c. m. 21 mm; c. gr. 18 mm; la distanza tra le due parallele passanti: l'anteriore sulla origine della scissura coronaria, la posteriore sulla terminazione di questa, tirate perpendicolarmente al piano sagittale, è: c. picc. 18 mm; c. m. 28 mm; c. gr. 30 mm; dall'estremità anteriore della scissura coronaria alla scissura crociale: c. picc. 8½ mm; c. m. 13½ mm; c. gr. 14 mm; dalla scissura crociale all'estremità posteriore della scissura coronaria: c. picc. 9½ mm; c. m. 14½ mm; c. gr. 16 mm; la commessura, dall'estremità della scissura crociale alla scissura coronaria, in linea trasversale alla direzione del cervello, è larga: c. picc. 4 mm; c. m. 6 mm; c. gr. 7 mm.

Il giro sigmoide, come diremo fra poco (pag. 19), rappresenta la parte terminale della circonvoluzione parietale ascendente dell'uomo, rappresenta cioè quella piega che abbraccia la *pars marginalis* della scissura calloso-marginale.

La parte della branca precruciale che trovasi sulla faccia interna

---

<sup>1)</sup> Piccola scissura cruciforme di Ellenberger e Baum. Questi autori dicono che „corrisponde al gomito della scissura calloso-marginale dell'uomo e può essere considerata sia come scissura occipitale sia come l'origine della scissura di Rolando (o della scissura coronaria)“.

dell'emisfero rappresenta il lobulo paracentrale o pararolandico, a cui corrisponde perfettamente. Manca solo il solco paracentrale che dovrebbe limitarlo anteriormente ed inoltre la scissura presilviana non appare sulla sommità di esso, come avviene frequentemente del solco di Rolando nell'uomo, solco che è omologo di detta scissura. La porzione della branca posterociale che trovasi anche sulla faccia mediale dell'emisfero corrisponde alla parte anteriore del lobo quadrato dell'uomo.

*Varietà.* Sulla branca precruciale può talvolta trovarsi una piccola fossetta o incisura<sup>1)</sup>, che può variare da 1 a 5 mm (14% a d., 20% a sin., 28% a d. e s.). Può mancare l'incisura della branca post-cruciale (10% a d., 4% a s., 2% a d. e s.). Vi possono essere due incisure sulla branca post-cruciale (4% a d., 2% a s., 4% a d. e s.); in altri casi, anche con due incisure, una di queste può comunicare con la scissura coronaria (6% a d., 8% a s., 16% a d. e s.). Il solco crociale accessorio può spingersi sulla faccia superiore dell'emisfero, o rimanendo sul margine sagittale (8% a d., 4% a s., 6% a d. e s.), o percorrendola per 5—6 mm, circondandosi di una piccola circonvoluzione ad ansa, che somiglia al giro sigmoide (4% a d., 10% a s., 4% a d. e s.), oppure può continuarsi sulla faccia superiore dell'emisfero diviso in due segmenti da una piega di passaggio (2% a d., 8% a s., 8% a d. e s.), o può ancora non comunicare con la scissura calloso-marginale (2% a d., 4% a s., 4% a d. e s.). In un caso mancava completamente. Una piega di passaggio tra la branca posteruciale del giro sigmoide e la circonvoluzione del corpo calloso (*piega parieto-limbica* o *prelimbica*) può interrompere la scissura calloso-marginale dalla scissura crociale, come avviene nel gatto (2% a d., 2% a s., 4% a d. e s.). La branca posteruciale può essere unita alla circonvoluzione ectosagittale da una piega di passaggio (12% a d., 20% a s., 12% a d. e s.); tale piega può non apparire nettamente sulla superficie ma può trovarsi più o meno sviluppata nel fondo della scissura ectosagittale (4% a d., 10% a s., 6% a d. e s.).

### 3° Circonvoluzione sagittale propriamente detta. (Fig. 1 e 2. *csp-csp.*)

Questa circonvoluzione<sup>2)</sup> si estende dalla branca posteriore

<sup>1)</sup> Scissura o depressione precruciforme (Ell. e B.).

<sup>2)</sup> I suoi due terzi anteriori corrispondono alla circonvoluzione parietale superiore

del giro sigmoide al punto in cui l'emisfero s'incurva in basso per trovarsi poi in rapporto col tentorio osseo. In altre parole, questo limite posteriore corrisponde al solco superiore che l'osso occipitale forma con la protuberanza occipitale interna, di dove poi la circonvoluzione in discorso si continua direttamente con la cerebellosa.

La circ. sagittale propr. detta è per i suoi due terzi anteriori in rapporto con l'osso parietale, per il posteriore con l'occipitale (Fig. 3), ed occupa in parte la faccia superiore dell'emisfero in parte l'interna.

Confina esternamente con la circ. ectosagittale, da cui vien separata mediante la scissura ectosagittale; dal lato interno è in rapporto con la circ. del corpo calloso, da cui resta divisa mediante la scissura calloso-marginale.

La circ. sag. propr. detta mostra, sulla faccia superiore dell'emisfero, un'incisura longitudinale, oppure due o più solchi in fila che questa rappresentano, detta *incisura parasagittale*<sup>1)</sup> (Fig. 1, *i. p.*). Questa divide la faccia superiore della circonvoluzione in due *pieghe*, una *supero-esterna*, l'altra *supero-interna*<sup>2)</sup>.

Un'altra incisura, chiamata *inc. infrasagittale*<sup>3)</sup> (Fig. 2, *i. in.*), si nota sulla faccia mediale della circ. sag. propr. detta. Tale incisura si continua anche sulla faccia interna della circonvoluzione cerebellosa e dà luogo ad una terza piega<sup>4)</sup> tra la supero-interna precedentemente accennata e la scissura calloso-marginale.

La circ. sagittale propriamente detta (dalla linea posteriore del giro sigmoide, segnata dalla trasversale passante per l'estremità terminale del solco ad ansa, sino al polo occipitale, in linea retta) è lunga: c. picc. 36 mm, c. m. 46 mm, c. gr. 46 mm; (sulla faccia superiore dell'emisfero ed a metà lunghezza) è larga: c. picc. 9 mm, c. m. 11 mm, c. gr. 9 mm.

o prima parietale o marginale del lobo parietale (Ell. e B.); il rimanente, con la porzione cerebellosa, rappresenta la circonvoluzione occipitale superiore, secondo gli stessi anatomici.

<sup>1)</sup> Scissura entolaterale (fissura confinis) (Ell. e B.).

<sup>2)</sup> L'esterna corrisponde alla circ. entolaterale, l'interna alla sopraspleniale di Ellenberger e Baum.

<sup>3)</sup> Scissura sopraspleniale.

<sup>4)</sup> Circ. spleniale (Ell. e B.).

Essa corrisponde alla circ. parietale superiore dell'uomo, e la sua faccia interna, unita alla faccia interna della branca posteruciale, è omologa al lobo quadrilatero dell'uomo, non ostante che sia molto allungata, poichè la forma quadrilatera nella specie umana si è ottenuta in seguito al restringimento del lobo parietale, premuto dal lobo frontale.

*Varietà.* L'incisura parasagittale nel maggior numero dei casi manca. L'incisura infrasagittale può essere interrotta, mentre sta per passare sulla circ. cerebellosa, da una piega di passaggio. La circ. sag. propr. detta può essere unita da una (18% a d., 14% a s., 16% a d. e s.) o due (14% a d., 6% a s., 4% a d. e s.) pieghe anastomotiche con la circ. ectosagittale. Quando ve n'è una sola, questa trovasi nel limite tra la scissura sagittale propriamente detta e la scissura ectocerebellosa; quando ve ne sono due, la posteriore trovasi al posto detto, l'anteriore divide quasi a metà la scissura ectosagittale propriamente detta, oppure trovasi subito indietro del giro sigmoide. Questa non è da confondere con quella che unisce talvolta il giro sigmoide, branca posteruciale, con la circ. ectosagittale.

In 6 casi a sinistra ed in 6 a destra, la piega di passaggio posteriore su detta era superficiale dalla circ. ectosagittale fin presso la circ. sagittale propr. detta e poi sembrava divisa da questa mediante la scissura ectosagittale, la quale però non era profonda e quindi la piega non era realmente interrotta, come si verifica quasi sempre nel gatto.

#### 4° *Circonvoluzione cerebellosa.* (Fig. I, c. c.)

Fa seguito alla circonv. sagittale propr. detta, è inclinata leggermente dall'alto in basso e dall'indietro in avanti ed è in rapporto con la tenda cerebellare (Fig. 3).

La porzione che trovasi sull'estremità posteriore dell'emisfero è liscia ed è divisa esternamente dalla circ. ectosagittale mediante la porzione posteriore della scissura di questo stesso nome, ossia mediante la scissura ectocerebellosa (Fig. 1, s. ec.); la parte che trovasi sulla faccia mediale, più estesa, mostra la continuazione della incisura infrasagittale<sup>1)</sup>, che così viene a dividerla in due pieghe: una occupante

<sup>1)</sup> Scissura postspleniale, del lobo occipitale (Ell. e B.).

la parte superiore del margine posteriore dell'emisfero<sup>1)</sup>, e che rappresenta la continuazione delle pieghe supero-esterna e supero-interna della circ. sagittale propriamente detta; l'altra posta sulla faccia mediale dell'emisfero, tra la detta continuazione della incisura infrasagittale e la scissura del corpo calloso, rappresenta la diretta continuazione della piega interna della stessa circ. sagittale propr. detta.

La circ. cerebellosa si continua in basso e sulla faccia interna dell'emisfero con la circ. comune posteriore e riceve la piega di passaggio retrolimbica, nei casi in cui questa esiste. Sul margine posteriore dell'emisfero frequentemente trovasi divisa dalla circ. comune posteriore da un solco, che rappresenta il solco temporo-occipitale esterno dell'uomo (v. pag. 241). Talvolta resta unita da una piega di passaggio alla piega posteriore della circ. ectosagittale posteriore ed anche questa può restare, a sua volta, congiunta da un'altra piega alla piega anteriore della stessa circ. ectosagittale posteriore, di modo che viene a formarsi, in simili casi, una circonvoluzione sul margine posteriore dell'emisfero che ricorda la terza circonvoluzione occipitale dell'uomo.

Sulla superficie esterna dell'emisfero è alta: c. picc. 10 mm; c. m. 20 mm; c. gr. 25 mm; a metà altezza è larga: c. picc. 4 mm; c. m. 6 mm; c. gr. 7. Essa rappresenta la circ. occipitale superiore dell'uomo.

*Varietà.* Devo notare una varietà che ha molto interesse dal punto di vista della ricerca delle omologie con l'uomo: frequentemente (14% a d., 10% a s., 6% a d. e s.), subito al disotto della curva che compie la scissura infrasagittale per portarsi dalla circ. sag. propr. detta alla cerebellosa, la detta scissura infrasagittale manda un ramo, lungo 3—4 mm, diretto in alto ed indietro verso il polo posteriore dell'emisfero, senza però raggiungerlo. Altre volte (8% a d., 10% a s., 26% a d. e s.) invece la scissura infrasagittale si arresta nel detto punto e dietro la sua parte terminale si osserva un solco che può raggiungere una lunghezza di 13 mm, il quale si comporta come il predetto ramo. Sia tale solco che tale ramo stanno a rappresentare, quando esistono, a mio credere, la *scissura calcarina*

<sup>1)</sup> Circonv. postspleniale di Ellenberger e Baum.

dell'uomo, onde lo distingueremo anche nel cane con lo stesso nome. Io perciò credo che il nome di incisura infrasagittale debba riservarsi al tratto che va sino al detto solco o fino alla piega di passaggio (Fig. 2) ed il solco che, come risulta da quanto abbiamo detto, può essere unito all'incisura infrasagittale od esserne diviso, debba considerarsi sempre non come parte, prolungamento, dell'incisura ora nominata, ma come cosa a sè, come scissura calcarina. D'altra parte, come diremo più in là (pag. 226), dalla scissura calloso-marginale, in corrispondenza dell'orletto del corpo calloso parte quasi sempre un solco di 1—4 mm (Fig. 2, s. p. i.), il quale s'insinua tra la circ. sag. propr. detta e la cerebellosa; esso può rappresentare la *scissura perpendicolare interna* è perciò lo chiameremo anche così.

Nei casi in cui i due detti solchi esistono, abbiamo delineata una zona corrispondente molto bene al *cuneo* dell'uomo.

L'incisura infrasagittale, quale ora l'abbiamo limitata, può a sua volta essere divisa in due parti da una piega di passaggio.

#### *Scissura ectosagittale.*

(Sin. Terza scissura arcata [Ell. e B.]. Solco ectosagittale di Lesbre e Forgeot.)

La scissura ectosagittale è quella lunga anfrattuosità che limita esternamente tutta la circonvoluzione sagittale, dividendola così dalla circonvoluzione comune anteriore per un certo tratto in avanti, e dalla circ. ectosagittale nel rimanente.

Essa è divisa in due segmenti nettamente distinti: uno anteriore l'altro posteriore.

a) Il *segmento anteriore* (Fig. 1, s. pr.), che va distinto col nome di *scissura presilviana*<sup>1)</sup>, incomincia dalla scissura rino-marginale e si termina alla branca precruciale del giro sigmoide, compiendo una curva a convessità anteriore tra il lobo orbitario e la circonvoluzione comune anteriore.

Abbiamo visto come il Pansch, l'Ellenberger, il Baum ed il Deniker considerano questa *scissura presilviana*<sup>1)</sup>. Il Lesbre ed il

<sup>1)</sup> Scissura frontale primaria, scissura precentrale inferiore, solco frontale inferiore dell'uomo (Ell. e B.). Secondo solco frontale di Broca (nota di Deniker). Scissura primaria perpendicolare anteriore di Pansch.

Forgeot, nella tavola di ricapitolazione delle particolarità della superficie esterna del cervello e delle loro principali sinonimie, scrivono: „La *scissura presilviana* o *solco di Rolando di Broca* non è che la parte antero-inferiore del solco ectosagittale“. Nella tavola delle omologie tra l'uomo ed i mammiferi dicono che il solco di Rolando del primo è analogo al solco crociale dei secondi.

Noi siamo indotti dalle nostre convinzioni a questo proposito a seguire il Broca e non esitiamo a dire che la scissura presilviana corrisponde non al solco crociale ma alla scissura di Rolando dell'uomo, perchè: 1º, la scissura di Rolando dell'uomo limita posteriormente il lobo frontale e la scissura presilviana del cane limita indietro il lobo frontale, quale noi l'abbiamo descritto, a somiglianza di quanto viene ammesso dalla generalità degli anatomici; 2º, la scissura di Rolando dell'uomo può spingersi in alto sino al margine sagittale dell'emisfero, dando quivi luogo ad una intaccatura prolungata un poco anche sulla faccia mediale dell'emisfero, ma non infrequentemente si arresta a qualche millimetro al disotto del detto margine sagittale, e la scissura presilviana del cane si arresta a 2—6 mm dal margine sagittale dell'emisfero; 3º, la scissura di Rolando dell'uomo termina, in basso, al di sopra della scissura di Silvio, pochi millimetri distante da questa, però eccezionalmente può raggiungerla, e la scissura presilviana del cane si continua con la scissura di Silvio mediante un piccolo tratto della scissura rino-marginale e, d'altra parte, qualche volta può arrestarsi 2—3 mm distante da questa; 4º, la scissura di Rolando superiormente trovasi a breve distanza ed in avanti della *pars marginalis* della scissura calloso marginale, parte che secondo noi rappresenta il solco crociale, e la scissura presilviana trovasi, in alto, a breve distanza 6—8 mm, ed in avanti del solco crociale. D'altra parte, come dianzi accennava, il solco crociale del cavallo non può, a parer mio, assolutamente rendersi analogo alla scissura di Rolando, oltre che per le suddette ragioni, anche perchè esso viene a trovarsi il più lontano possibile dalla scissura di Silvio, ma deve essere considerato analogo alla *pars marginalis* della scissura calloso-marginale dell'uomo, poichè questa parte non è che un prolungamento di tale scissura spinta sulla faccia superiore dell'emisfero, ed il solco crociale del cane non è altro appunto



che un prolungamento dello scissura calloso-marginale spinto sulla faccia superiore dell'emisfero.

Qui è il caso di notare dunque che anche nell'uomo potrebbe venir descritto un giro sigmoide, rappresentato dalla piega che abbraccia la *pars marginalis* della scissura calloso-marginale, piega che con la sua branca anteriore si continua in avanti col lobo frontale e con la commessura si continua, esternamente, con la circonvoluzione parietale ascendente, precisamente come nel cane, e negli altri animali domestici, poichè la circonvoluzione comune anteriore rappresenta, per noi, appunto la circ. parietale ascendente dell'uomo.

	c. p.	c. m.	c. gr.
Lunghezza assoluta . . . . .	28 mm	34 mm	39 mm
Linea retta congiungente le sue estremità .	23 " "	27 " "	27 " "

*Varietà.* La scissura presilviana può essere biforcata in alto a forma di Y (2% a d., 8% a s., 6% a d. e s.). Può non comunicare in basso con la scissura rino-marginale (7% a d., 9% a s., 6% a d. e s.). Può mandare un ramo, lungo sino a 5 mm, sulla circ. comune anteriore, dirimpetto all'estremità anteriore della circ. ectosilviana (10% a d., 8% a s., 10% a d. e s.)

b) Il *segmento posteriore* (Fig. 1 s. e. p.) o *scissura ectosagittale propria* incomincia dietro la circ. comune anteriore, là dove questa si attacca al giro sigmoide, contorna la commessura di questo e, dietro la branca posterociale, diviene quasi rettilinea e segue esternamente la circ. sagittale propriamente detta: finalmente s'incurva in basso, per limitare la circ. cerebellosa, anche dal lato esterno, e si termina alla circ. comune posteriore.

La parte che circonda il giro sigmoide chiamasi *scissura coronaria*<sup>1)</sup> (Fig. 1 s. co.); quella che limita la circ. sagittale propr. detta dicesi *scissura ectosagittale propriamente detta*<sup>2)</sup> (Fig. 1 s. e. p.), ed *ectocerebellosa* quella che limita la circ. cerebellosa<sup>3)</sup> (Fig. 1, s. ec.).

<sup>1)</sup> La *scissura coronaria*, detta solco coronario da Lesbre e Forgeot appartiene alla regione parietale (Ell. e B.).

<sup>2)</sup> La *scissura sagittale propr. detta* appartiene in parte al lobo parietale ed in parte all'occipitale e vien detta da Ellenberger e Baum „*scissura laterale* (parietale od interparietale dell'anatomia umana), o parte intermedia della 3. scissura arcata“.

<sup>3)</sup> La *scissura ectocerebellosa* appartiene al lobo occipitale e vien detta da

c) Riguardo alla *scissura coronaria* (Fig 1, *s. co.*) dobbiamo far rilevare che Ellenberger e Baum, che la chiamano anche *branca parietale della 3a scissura arcata*, si domandano se corrisponde alla scissura di Rolando od alla prima scissura parietale.

Dopo, parlando della scissura spleniale, dicono che da questa si stacca la *piccola scissura crociforme* (Fig. 2, *s. cr'*) la quale „corrisponde al gomito della scissura calloso-marginale dell'uomo e può essere considerata sia come scissura occipitale sia come l'origine della scissura di Rolando (o della scissura coronaria)“. Come si vede, i citati Autori propendono a considerare la scissura coronaria come omologa alla scissura di Rolando dell'uomo, a somiglianza di quanto giudica Meynert.

Per noi, l'abbiamo già detto, la scissura di Rolando dell'uomo è omologa alla scissura presilviana dei nostri animali domestici, e la scissura coronaria del cane corrisponde al ramo verticale del solco interparietale, a quel ramo che comprende cioè il *ramus verticalis inferior* ed il *ramus verticalis superior* di Cunningham. Difatti la detta porzione del solco interparietale dell'uomo limita posteriormente la circ. parietale ascendente, e col suo *ramus verticalis superior* limita, fin presso il margine sagittale dell'emisfero, la porzione superiore di detta circ. parietale; porzione che, come già altra volta abbiamo accennato, ricorda il giro sigmoide del cane, poichè il giro sigmoide di questo animale non è altro che un prolungamento della circ. comune anteriore (che rappresenta la circ. parietale ascendente), prolungamento che si è cacciato tra la circ. frontale superiore e la circ. sagittale propriamente detta (che rappresenta la circ. parietale superiore dell'uomo), unendo queste parti fra loro, precisamente come fa la parte superiore della circ. parietale ascendente dell'uomo, la quale parte è biforcata per la presenza della *pars marginalis* della scissura calloso-marginale (sciss. crociale del cane) ed unisce, sul margine superiore dell'emisfero, la circ. frontale superiore con la parietale superiore.

Ora nel cane la *scissura coronaria* incomincia dietro l'estremità superiore della circ. comune anteriore e contorna il giro sigmoide,

---

Ellenberger e Baum „Branca occipitale discendente della 3. scissura arcata o scissura medio laterale (postlaterale o laterale posteriore)“.

finchè, giunta verso la metà dello branca posterociale, si divide in due rami: uno (Fig. 1, *s. e. p.*) se ne distacca quasi ad angolo retto ed è la *scissura ectosagittale propriamente detta*, che, a nostro avviso, rappresenta la porzione orizzontale del solco interparietale dell'uomo; l'altro (Fig. 1, *s. a.*) volge obliquamente in avanti e verso l'interno per arrivare quasi al bordo sagittale dell'emisfero e quindi sembra che tenda a dividere il giro sigmoide dalla circ. sagittale propr. detta.

Quest'ultimo ramo vien chiamato da Lesbre e Forgeot *branca superiore* o *postsigmoidea del solco ectosagittale* ed Ellenberger e Baum lo chiamano *solco ad ansa*. A parer nostro, la scissura coronaria del cane non rappresenta altro, per meglio precisare ora, che il *ramus verticalis inferior* del solco interparietale dell'uomo, quantunque non delimiti che solo la parte superiore della circ. comune anteriore (parietale ascendente dell'uomo), rappresentata dal giro sigmoide, ed il così detto *solco ad ansa* non è che il *ramus verticalis superior* del solco interparietale dell'uomo, e la *scissura ectosagittale propr. detta* non è che la parte posteriore, orizzontale, dello stesso solco, poichè ciò non mi sembra assolutamente dubbio confrontando tali parti in un cervello di uomo ed uno di cane.

d) La *scissura ectosagittale propriamente detta* (Fig. 1, *s. e. p.*) corrisponde, come già abbiamo accennato, alla porzione orizzontale del solco interparietale dell'uomo, poichè essa si trova tra la circonvoluzione ectosagittale propr. detta e la parte anteriore della circ. ectosagittale, che rappresentano, a nostro avviso, rispettivamente la 1a e la 2a circonvoluzione parietale umana. Ed inoltre incomincia dal solco coronario, che noi abbiamo considerato omologo alla porzione verticale del solco interparietale, e si continua indietro con la *scissura ectocerebellosa*, che è omologa alla 1a scissura occipitale, la quale nell'uomo è la diretta continuazione della parte orizzontale del solco interparietale.

e) La *scissura ectocerebellosa* (Fig. 1, *s. ec.*) continua la precedente tra la circonvoluzione cerebellosa e la branca posteriore della ectosagittale posteriore.

<i>Scissura coronaria</i>	c. p.	c. m.	c. gr.
Lunghezza assoluta . . . . .	25 mm	36 mm	39 mm
Distanza tra le sue estremità	18 „	28 „	30 „
<i>Solco ad ansa</i> . . . . .	5 „	10 „	9 „
<i>Sciss. ectosag. propr. detta</i> . .	29 „	38 „	34 „
<i>Scissura ectocerebellosa</i> . . .	6 „	15 „	16 „

} nel. c. gr. vi era la  
piega di passag-  
gio presso l'estre-  
mità posteriore.

*Varietà.* Ellenberger e Baum dicono che la *scissura coronaria* „talvolta si getta nella scissura presilviana oppure nella scissura cruciforme“. Tale fatto non ci è occorso mai di osservarlo.

Gli stessi anatomici affermano che „qualche volta si stacca dalla sezione caudale di questa scissura laterale (sciss. ectosagittale propr. detta) un solco che si dirige indentro (*scissura occipitale trasversa*) „e che si trova presso a poco nel limite tra il lobo parietale ed il lobo occipitale; ma esso non corrisponde affatto alla scissura occipito-temporale dell'uomo“.

Tale solco (Fig. 1, *s. p. e*) anche noi l'abbiamo trovato frequentemente (12% a d., 22% a s., 34% a d. e s.). Esso può avere una lunghezza varia da 3 a 5 mm ed ordinariamente si trova a breve distanza dal polo occipitale dell'emisfero. È diretto verso l'interno ed all'indietro e talvolta va a congiungersi con un solco emanato dalla scissura calloso-marginale, solco che si trova sovente e che rappresenta la *scissura perpendicolare interna* dell'uomo, come abbiamo accennato a pag. 221. Il solco in discorso crediamo che rappresenti la *scissura perpendicolare esterna* dell'uomo, interrotta dalla *interna* precitata. E così per noi non vi è dubbio che il lobo occipitale esiste nel cane ed è rappresentato dalla porzione cerebellosa della circ. sagittale, dalla branca posteriore della circ. ectosagittale e dall'anastomosi che unisce le parti terminali delle circonvoluzioni dette e queste con la porzione anteriore della circ. ectosagittale posteriore. Oltre il predetto solco, in avanti di esso può osservarsene un altro (14% a d., 6% a s., 20% a d. e s.), il quale è diretto verticalmente oppure è obliquo e può talvolta comunicare con l'incisura parasagittale (6% a d., 2% a s., 4% a d. e s.).

La *scissura coronaria* può mandare un ramo nella branca post-

crociale del giro sigmoide, lunga 2—8 mm (12% a d., 10% a s., 4% a d. e s.) (Fig. 1). Può mandare anche un piccolo ramo, lungo 1—5 mm, nella circ. ectosagittale anteriore, poco in avanti del piccolo solco ad ansa (8% a d., 12% a s., 8% a d. e s.), o dietro questo, come avviene talvolta quando vi è la piega anastomotica tra la circ. sagittale ed ectosagittale subito dietro la branca posteruciale (2% a d., 2% a s.)

Nei casi in cui esiste la piega di passaggio tra la branca posteruciale del giro sigmoide e la circ. ectosagittale (v. pag. 217), la parte della scissura coronaria corrispondente al *ramus verticalis inferior* del solco interparietale dell'uomo resta completamente chiusa, come avviene nel gatto e come si può verificare anche nell'uomo.

Quando trovasi la piega di passaggio tra la circ. sagittale propr. detta e l'ectosagittale, verso l'estremità posteriore dell'emisfero (v. p. 219) la scissura sagittale propr. detta è completamente distinta dalla ectocerebellosa, come nel gatto e come si verifica frequentemente anche della porzione orizzontale del solco interparietale dell'uomo.

Quando le due predette pieghe esistono nello stesso emisfero (v. pag. 219) le tre sezioni di tutta la scissura ectosagittale sono nettamente divise, com'è normale nel gatto.

La scissura ectocerebellosa può comunicare con la scissura retrolimbica, insieme con l'incisura sopra parietale (2% a s.) o da sola (4% a d., 2% a s., 2% a d. e s.)

## II. Circonvoluzione ectosagittale. (Fig. 1.)

(Sin. Terza circonvoluzione arcata [Ell. e B].)

La circonvoluzione ectosagittale trovasi posta tra la sagittale, in alto ed indentro, e la ectosilviana, in basso ed in fuori; dalla prima vien divisa mediante la scissura ectosagittale, dalla seconda mediante la scissura ectosilviana.

È in rapporto con l'osso parietale (Fig. 3), fatta eccezione di una piccola parte nella sua estremità anteriore corrispondente all'osso frontale, ed un'altra piccola porzione posteriore, che corrisponde alla squama temporale.

La circonvoluzione ectosagittale si estende dalla circ. comune

anteriore alla comune posteriore, con decorso parallelo alla scissura ectosagittale, incomincia cioè dalla circ. comune anteriore, circonda il giro sigmoide, sino all'origine del *solco ad ansa* (*ramus verticalis superior del solco interparietale*), poi diviene rettilinea, parallela alla circ. sagittale propriamente detta, e finalmente, giunta all'estremità occipitale dell'emisfero, si ripiega in basso per unirsi alla circ. comune posteriore. Essa dunque è disposta a guisa di ponte, con la concavità rivolta in basso, e vi si possono perciò distinguere tre porzioni: *l'anteriore*, la *mediana* e la *posteriore*.

1<sup>o</sup>. La *porzione anteriore* o *circ. ectosagittale anteriore* o *circ. coronaria*<sup>1)</sup> (Fig. 1, *c. e. a.*) incomincia dalla circ. comune anteriore con un grosso tronco, sul cui margine inferiore s'impianta la circ. ectosilviana per un tratto di 10—15 mm, contorna la commessura del giro sigmoide, passa dietro la branca posteroziale e si piega poi ad angolo retto, o quasi, per passare nella porzione mediana. La sua superficie è completamente liscia.

	c. p.	c. m.	c. g.
Lunghezza assoluta . . . . .	22 mm	27 mm	33 mm
Distanza tra le sue estremità	20 „	24 „	30 „
Larghezza (a metà lunghezza)	6 „	8 „	8 „

Il tronco che riceve la circ. ectosilviana è largo presso a poco 10 mm in tutti e tre i cani.

2<sup>o</sup>. La *porzione mediana* o *circ. ectosag. mediana*<sup>2)</sup> (Fig. 1, *c. e. m.*) incomincia dalla precedente dietro la branca posteroziale del giro sigmoide, corre orizzontalmente e parallela alla circ. sagittale propr. detta, aumentando leggermente in larghezza dall'avanti all'indietro, e verso il polo occipitale dell'emisfero si ripiega in basso per continuare nel porzione posteriore.

	c. p.	c. m.	c. gr.
Lunghezza { in alto . . . . .	23 mm	35 mm	35 mm
{ in basso . . . . .	15 „	30 „	33 „

<sup>1)</sup> Circ. coronaria (sopra-silviana anteriore), porzione nasale della terza circ. ad arco (Ell. e B.). Appartiene al lobo parietale.

<sup>2)</sup> Porzione mediana della 3. circ. ad arco (Ell. e B.). Appartiene per la sua metà anteriore al lobo parietale; per il rimanente, al lobo parietale la sua piega superiore, al temporale la inferiore.

	c. p.	c. m.	c. gr.
Larghezza { in avanti . . .	6 mm	10 mm	11 mm
{ indietro . . .	11 ..	15 ..	17 ..

3°. La *porzione posteriore* o *circ. ectosag. posteriore*<sup>1)</sup> (Fig. 1, c. e. p.) fa seguito alla precedente, è disposta verticalmente e si termina alla circ. comune posteriore.

Sia la *porzione mediana* che la *posteriore* della circ. ectosagittale vengono divise in due pieghe da un'incisura, a cui Lesbre e Forgeot hanno dato il nome di *incisura sopra-parietale*<sup>2)</sup>. Questa va soggetta a molte variazioni, ma nel maggior numero dei casi si comporta nel seguente modo: incomincia mezzo centimetro, o poco più, dietro il punto di origine della circ. ectosagittale mediana, scorre su questa e si estende sulla circ. ectosag. posteriore, senza raggiungere direttamente la circ. comune posteriore, poichè una piega di passaggio, presso questa, la interrompe.

L'*incisura sopra-parietale*, come abbiamo detto, divide la circ. ectosagittale mediana e posteriore in due pieghe, che potremo distinguere colla semplice denominazione di *piega supero-posteriore*<sup>3)</sup> (Fig. 1) e *piega infero-anteriore*<sup>4)</sup> della circ. ectosagittale, per il modo con cui son disposte, ed ognuna delle quali comprende poi due porzioni, indicate dal nome stesso.

La circ. ectosagittale anteriore unita alla piega superiore della circ. ectosagittale mediana (Fig. 1, c. e. a.—ps.) rappresenta, io credo, la circ. parietale inferiore dell'uomo: la porzione posteriore della circ. ectosag. posteriore (Fig. 1, p. p.) rappresenta, a mio avviso, la seconda circ. occipitale.

La piega inferiore ed anteriore della circ. ectosagittale mediana e posteriore (Fig. 1, p. i.—p. a.), sono omologhe, giusto il giudizio di Ellenberger

<sup>1)</sup> Porzione caudale della 3. circ. ad arco (Ell. e B.). Appartiene al lobo temporale per la sua piega inferiore ed al lobo parietale per la sua piega superiore, parte anteriore, ed al lobo occipitale per la parte posteriore di questa stessa ultima piega.

<sup>2)</sup> Scissura ectolaterale (Ell. e B.). Scissura laterale posteriore (Pansch.).

<sup>3)</sup> Circ. ectolaterale (Ell. e B.). Appartiene al lobo parietale per la sua parte anteriore; al lobo occipitale per la posteriore, che vien chiamata dagli stessi anatomici *circ. occipitale inferiore o laterale*.

<sup>4)</sup> Circ. soprasilviana mediana e posteriore (Ell. e B.). Appartiene al lobo temporale e vien detta dei citati Autori anche *terza circ. temporale*.

e Baum, alla terza circonvoluzione temporale, insieme però alla porzione inferiore della circ. comune posteriore, quella porzione cioè che continua detta piega sulla faccia esterna dell'emisfero sino all'estremità posteriore della circ. di Silvio (Fig. 1, c. p.).

*Varietà.* Abbiamo già detto in che modo la circ. ectosagittale può essere unita da pieghe di passaggio alla circonvoluzione soprastante (v. pag. 219).

L'incisura sopra-parietale può essere divisa in 2—3 segmenti per la presenza di pieghe di passaggio. Può talvolta raggiungere direttamente la circ. comune posteriore (20% a d., 14% a s., 18% a d. e s.) e continuarsi anche, in altri casi, con la scissura retrolimbica (12% a d., 4% a s., 6% a d. e s.).

*Scissura parietale o grande scissura laterale (Broca).*

(Sin. seconda scissura arcata [sciss. mediana o soprasilviana] [Ell. e B.].

— Scissura primaria arcata esterna [Pansch].)

La scissura parietale divide le circonvoluzioni del gruppo sagittale da quelle del gruppo silviano. Essa trovasi completamente chiusa tra la circ. ectosagittale e l'ectosilviana. Incomincia dietro la circ. comune anteriore, 10—15 mm circa distante da questa, nel punto di partenza della circ. ectosilviana dalla ectosagittale, e finisce alla circ. comune posteriore.

Ripete, ad un dipresso, la forma della scissura ectosagittale, però le sue curve sono più regolari, non sono cioè interrotte da veri angoli.

Anche nella scissura parietale si possono distinguere tre porzioni o segmenti: *l'anteriore*, il *mediano* ed il *posteriore*.

1<sup>o</sup>. Il *segmento anteriore* o *scissura parietale anteriore* (Fig. 1, s. p. a)<sup>1)</sup> incomincia, come abbiamo detto, dietro il punto di origine della circ. ectosilviana dalla circ. ectosagittale, si porta indietro ed in alto, compiendo una curva a forma di c, la cui concavità guarda verso il giro sigmoide. Indietro si continua da una parte col segmento mediano, dall'altra con quel ramo che la scissura parietale manda nella circ. ectosagittale in corrispondenza del *solco ad ansa*, di cui ripete la direzione,

<sup>1)</sup> Scissura soprasilviana anteriore (Ell. e B.).



ramo a cui Ellenberger e Baum danno il nome di *piccolo solco ed ansa* (Fig. 1, s. a'), e che di solito è lungo 5—6 mm.

c. p.      c. m.      c. gr.

La scissura parietale anteriore

ha una lunghezza assoluta di 14 mm    15    mm    29 mm

Distanza tra le sue estremità 11    „    10½    „    26    „

2°. Il *segmento mediano* o *scissura parietale mediana*<sup>1)</sup> (Fig. 1, s. p. m.) ha una direzione leggermente obliqua dall'alto e dall'avanti in basso ed indietro ed un decorso quasi rettilineo, dando luogo ad una curva assai lieve a convessità superiore.

Anche questo segmento, mentre si piega per passare nel posteriore, manda un solco che si spinge nella circ. ectosagittale (Fig. 1, sa''), con direzione obliqua in alto ed indietro. Si potrebbe chiamare *piccolo solco ad ansa accessorio*. È lungo 4—7 mm.

c. p.      c. m.      c. gr.

La sciss. pariet. med. è lunga 16 mm    20 mm    21 mm

3°. Il *segmento posteriore* o *scissura parietale posteriore*<sup>2)</sup> (Fig. 1, s. p. p.) scende dal mediano con direzione quasi verticale, però leggermente incurvato, a concavità anteriore, e si termina nella circ. comune posteriore.

c. p.      c. m.      c. gr.

È alto . . . . . 24 mm    30 mm    32 mm

La scissura parietale non ha una corrispondente vera e propria nell'uomo: la porzione posteriore, come giustamente accennano Ellenberger e Baum, appartiene al lobo temporale, e credo rappresenti il secondo solco temporale: ma la porzione mediana ed anteriore non possono essere rappresentate nell'uomo che dai vari solchi ed incisure che trovansi nella circonvoluzione parietale inferiore e che hanno un modo di comportarsi del tutto differente.

*Varietà.* La scissura parietale talvolta può cominciare molto vicino alla circ. comune anteriore. Può, anzichè semplice, iniziarsi con due branche, a forma di T coricata (—|) o ad Y (35% a d., 18% a s., 14% a d. e s.). Spesso in avanti del suo inizio trovasi una piccola fossetta

<sup>1)</sup> Scissura soprasilviana mediana. Riunita alla sciss. soprasilviana posteriore rappresenta la scissura primaria arcata esterna di Pansch (Ell. e B.).

<sup>2)</sup> Scissura soprasilviana posteriore.

od un solco, più di frequente verticale, ma talvolta orizzontale, tal'altra arcato (12% d., 15% a. s., 21% a d. e s.).

Il piccolo solco ad ansa accessorio può mancare od essere appena accennato (6% a d., 12% a s., 9% a d. e s.).

Il piccolo solco ad ansa può innalzarsi verticalmente nella circ. ectosagittale (4% a d., 5% a s., 1% a d. e s.).

### III. *Circonvoluzione ectosilviana.*

(Sin. seconda circonvoluzione arcata [Ell. e B.] )

Questa circonvoluzione è interposta fra la ectosagittale e la silviana; dalla prima la separa la scissura parietale, dalla seconda la scissura ectosilviana.

È in rapporto quasi intieramente con l'osso parietale, meno per una piccolissima parte, nella sua estremità anteriore, che corrisponde allo sfenoide, ed una piccola zona dell'estremità posteriore che corrisponde alla squamma temporale (Fig. 3).

Come la scissura che la limita superiormente e di cui ripete le inflessioni, la circ. ectosilviana è divisa in tre porzioni: *l'anteriore*, la *mediana* e la *posteriore*.

1°. La *porzione anteriore* o *circ. ectosilviana anteriore*<sup>1)</sup> (Fig. 1, *ec. a*) incomincia, dietro la circonvoluzione comune anteriore, dal margine inferiore della circ. ectosagittale anteriore, si porta in alto ed indietro, compiendo una curva a concavità antero-superiore, per ripiegarsi poi nella parte mediana.

	c. p.	c. m.	c. gr.
Lunghezza assoluta (misurata tra i punti medî delle sue estremità) . . . . .	16 mm	20 mm	28 mm
Lunghezza relativa (distanza tra i punti medî delle sue estremità) . . . . .	14	18	26
Larghezza (a metà lunghezza)	4½	9	6

<sup>1)</sup> Circ. ectosilviana anteriore o terza circ. parietale (con una parte della ectosilviana mediana) (Ell. e B.). Appartiene al lobo parietale.

2°. La *porzione mediana* o *circ. ectosilviana mediana*<sup>1)</sup> (Fig. 1, *ec. m.*) occupa la zona di maggiore convessità della faccia esterna dell'emisfero ed è diretta quasi orizzontalmente, appena un po' inclinata dall'alto in basso e dall'avanti all'indietro.

	c. p.	c. m.	c. gr.
Lunghezza $\left\{ \begin{array}{l} \text{in alto. . .} \\ \text{in basso . .} \end{array} \right.$	16 mm 6 „	20 mm 7 „	28 mm 6 $\frac{1}{2}$ „
Larghezza . . . . .	9 „	13 $\frac{1}{2}$ „	14 $\frac{1}{2}$ „

3°. La *porzione posteriore* o *circ. ectosilviana posteriore*<sup>2)</sup> (Fig. 1, *ec. p.*) scende quasi verticalmente dalla circ. ectosilviana mediana alla circ. comune posteriore, tra la porzione posteriore della circ. ectosagittale, che le resta caudalmente, e della silviana che le sta oralmente.

	c. p.	c. m.	c. gr.
Lunghezza (sul margine posteriore)	24 mm	30 mm	32 mm
Larghezza (a metà lunghezza)	7 „	11 „	8 „

Tutta la circonv. ectosilviana ha la sua superficie liscia; vi si vedono soltanto delle nervature prodotte dai vasi, e qualche piccola fossetta.

Inferiormente la parte mediana è limitata dalle altre mediante due piccoli solchi, disposti a  $\backslash$   $/$ , diramazioni della scissura ectosilviana, come ora vedremo.

Tutta la circ. ectosilviana rappresenta, noi crediamo, la 2a circ. temporale dell'uomo. Difatti essa trovasi tra la scissura parietale, di cui la porzione posteriore, l'abbiamo già detto, corrisponde alla scissura temporale inferiore dell'uomo, e la scissura ectosilviana, che rappresenta, come cercheremo di dimostrare, la scissura temporale superiore. Inoltre essa incomincia dalla circ. ectosagittale anteriore, che rappresenta la parietale inferiore dell'uomo, e finisce alla circ. comune posteriore, proprio di rimpetto al punto di maggiore curvatura di questa, appena dopo che ha avuto origine dalla circ. silviana, punto di curvatura che rappresenta evidentemente il polo temporale dell'uomo.

<sup>1)</sup> Circ. ectosilviana mediana o terza circonv. parietale (Ell. e B.). Appartiene per i suoi due terzi anteriori al lobo parietale e per il rimanente al temporale.

<sup>2)</sup> Circ. ectosilviana posteriore o seconda circ. temporale (Ell. e B.). Appartiene al lobo temporale.

Riguardo alla disposizione quasi rettilinea nell'uomo, arcata nel cane, dirò che questo non ha alcuna importanza e si spiega ancora facilmente pensando allo sviluppo differente nell'uno e nell'altro mammifero del lobo frontale, come dovrò dire a proposito della scissura ectosilviana (v. pag. 235).

*Varietà.* La circ. ectosilviana può essere unita a quella di Silvio da una piega di passaggio (18% a d., 21% a s., 15% a d. e s.). Può avere la sua estremità anteriore libera, cioè divisa dalle altre circonvoluzioni, per la presenza di un solco che unisce la scissura ectosilviana alla parietale, che, in questi casi, trovasi spinta più anteriormente di quanto avviene di solito (4% a d., 6% a s., 5% a d. e s.). Può avere una branca di origine, oltre quella dalla circ. ectosagittale, dalla circ. comune anteriore (10% a d., 11% a s., 15% a d. e s.).

#### *Scissura ectosilviana.*

(Sin. scissura arcata secondaria inferiore [Pansch]. Prima scissura arcata, scissura ectosilviana [Ell. e B.]. Solco ectosilviano [Lesbre e Forgeot].)

La scissura ectosilviana è parallela alla parietale, di cui ripete le inflessioni, e trovasi chiusa tra la circ. ectosilviana in alto e la silviana in basso.

Vi si possono distinguere tre segmenti: *l'anteriore*, il *mediano* ed il *posteriore*.

1°. Il *segmento anteriore*<sup>1)</sup> (Fig. 1, *s. ec. a.*) è il più lungo; incomincia dalla circ. comune anteriore, nell'angolo che forma la circ. ectosilviana staccandosi da questa, e, come la scissura parietale anteriore, si volge indietro ed in alto, descrivendo una curva a forma di c, con la concavità rivolta in avanti ed in alto, e si continua poi col segmento mediano e col *solco anteriore della scissura ectosilviana*.

		c. p.	c. m.	c. gr.
Lunghezza	{ assoluta . . . .	12 mm	23 mm	23 mm
	{ relativa . . . .	10 $\frac{1}{2}$ „	18 „	20 „

<sup>1)</sup> Scissura ectosilviana anteriore. Appartiene al lobo parietale (scissura parietale inferiore dell'uomo) (Ell. e B.).

2°. Il *segmento mediano* o *scissura ectosilviana mediana* (Fig. 1, *s. ec. m.*) trovasi proprio sulla sommità della circ. di Silvio; è molto breve e, mentre ai suoi estremi s'incurva in basso per continuarsi cogli altri due segmenti, manda nella circ. ectosilviana due branche, una anteriore l'altra posteriore, che chiameremo rispettivamente: *solco anteriore* e *solco posteriore della scissura ectosilviana*.

Questi solchi arrivano ordinariamente a metà larghezza della circ. ectosilviana, e propriamente si spingono rispettivamente tra la circ. ectosilviana mediana e la circ. ectosilviana anteriore e posteriore, segnando il limite tra queste e quella. Essi ricordano i due piccoli solchi ad ansa della scissura parietale e come questi sono diretti obliquamente dal basso in alto e dall'indietro in avanti l'anteriore, dall'avanti all'indietro il posteriore.

	c. p.	c. m.	c. gr.
Lunghezza . . . . .	6 mm	7 mm	6 $\frac{1}{2}$ mm

3°. Il *segmento posteriore* o *scissura ectosilviana posteriore*<sup>1)</sup> (Fig. 1, *s. ec. p.*) scende parallela alla scissura parietale posteriore, sino alla circ. comune posteriore, tra la circ. ectosilviana posteriore, che la limita posteriormente a la circ. silviana posteriore, che sta in avanti.

	c. p.	c. m.	c. gr.
È alto . . . . .	9 mm	14 mm	20 mm

Tutta la scissura ectosilviana rappresenta, a parer nostro, il solco temporale superiore o solco parallelo dell'uomo, non ostante che sia arcata, mentre la scissura temporale dell'uomo è quasi rettilinea, con direzione obliqua dal basso in alto e dall'avanti all'indietro.

Questo cambiamento di direzione nell'uomo è conseguenza, non vi ha dubbio, del grande sviluppo del lobo frontale, per cui tutti gli altri lobi sono stati ricacciati all'indietro, ed il lobo temporale, premuto dal lobo parietale ed occipitale, si è cacciato al disotto di queste parti e si è spinto in avanti. Così le scissure e le circonvoluzioni del lobo temporale hanno dovuto raddrizzare il loro arco e poi abbassarsi colla loro estremità superiore.

<sup>1)</sup> Scissura ectosilviana posteriore. Fa parte del lobo temporale (è la scissura temporale superiore dell'anatomia umana) (Ell. e B.).

Tutto questo procedimento noi lo possiamo ripetere, col pensiero, nel cane: spingendo indietro la circ. comune anteriore (parietale ascendente) e tirando in avanti la circ. comune posteriore nel suo punto di maggiore covessità (polo temporale) ed abbreviando e rendendo più larghe le circonvoluzioni del lobo parietale, verremo ad ottenere appunto la direzione delle scissure e circonvoluzioni temporali come sono nell'uomo.

La scissura ectosagittale del cane si trova dunque tra la circ. ectosilviana, che rappresenta la circ. temporale media o 2a circ. temp. dell'uomo, e la circ. silviana, che rappresenta la circonv. temporale superiore dell'uomo; incomincia nel lobo parietale e finisce al polo temporale, precisamente come nell'uomo, quindi, se tutte le altre induzioni non sono errate, non può rappresentare, come dicevamo, che il solco temporale superiore dell'uomo.

*Varietà.* La scissura ectosilviana può essere interrotta per la presenza di una piega di passaggio tra la circ. silviana ed ectosilviana (18% a d., 21% a s., 15% a d. e s.). Può comunicare con la scissura di Silvio mediante un solco che, esteso tra la scissura di Silvio e l'ectosilviana, divide la circ. silviana posteriore dalla circ. comune posteriore (4% a d., 13% a s.) o che divide in due parti quasi eguali la circ. silviana posteriore (5% a d., 5% a s., 2% a d. e s.) o che taglia in due la circ. silviana mediana e nello stesso tempo un altro solco divide la circ. silviana anteriore (2% a d., 1% a s.) o solo quest'ultima è divisa in due (2% a d.). Può essere divisa completamente in due parti la circ. silviana mediana dalla scissura di Silvio (v. pag. 239). I due solchi della scissura ectosilviana possono essere molto vicini e ne può esistere un terzo, come nell'emisfero destro della Fig. 1 (3 a d., 2 a sinistra).

La sciss. ectosilviana può essere biforcata anteriormente (17% a d., 21% a s., 23% a d. e s.).

#### IV. *Circonvoluzione di Silvio o Silviana.*

(Sin. Prima circonvoluzione arcata [Ell. e B.]).

È questa una circonvoluzione (Fig. 1) disposta ad ansa attorno alla scissura di Silvio e che piega poi e prolunga le sue estremità fino alle circonvoluzioni comuni.

Per un tratto della sua porzione superiore è in rapporto coll'osso parietale; tutto il rimanente della circ. silviana anteriore trovasi in rapporto collo sfenoide; la circ. silviana posteriore è in attinenza colla squamma temporale (Fig. 3).

Anche qui, come abbiamo praticato per le circonvoluzioni e scissure soprastanti, si possono distinguere tre porzioni: *l'anteriore*, la *mediana* e la *posteriore*.

1°. La *porzione anteriore* o *circ. silviana anteriore*<sup>1)</sup> (Fig. 1, c. s. a.) incomincia dalla mediana, che sta sulla sommità della scissura di Silvio, e scende per un certo tratto quasi verticalmente, un pò inclinata in basso ed in avanti, tra la scissura di Silvio e la sciss. ectosilviana anteriore; poi accentua la sua curva, tendendo all'orizzontale, tra quest'ultima scissura e la rino-marginale, finchè si unisce alla circ. comune anteriore.

La sua superficie presenta soltanto qualche solco vascolare. Come la scissura ectosilviana anteriore, sul suo margine anteriore, è lunga c. p. 12½ mm, c. m. 23 mm, c. gr. 23 mm. È larga a metà lunghezza della sua 1a porzione, verticale, c. p. 5 mm, c. m. 8 mm, c. gr. 6 mm, della 2a p., orizzontale, c. p. 7 mm, c. m. 9 mm, c. gr. 8½ mm.

2°. La *porzione mediana* o *circ. silviana mediana* (Fig. 1, c. s. m.) è molto breve ed occupa la sommità dell'ansa che descrive l'intera circ. di Silvio. Trovasi, come abbiamo detto, al di sopra dell'apice della scissura di Silvio, sotto la scissura ectosilviana mediana. Come questa, è lunga, in alto, c. p. 6 mm, c. m. 7 mm, c. gr. 6½ mm, ed è larga c. p. 5 mm, c. m. 8 mm, c. gr. 7 mm, misurando dalla detta scissura ectosilviana alla sommità della scissura di Silvio.

3°. La *porzione posteriore* o *circ. silviana posteriore*<sup>2)</sup> (Fig. 1, c. s. p.) trovasi dietro la scissura di Silvio, tra questa e la scissura ectosilviana posteriore. Incomincia dalla porzione mediana e scende quasi verticalmente verso la circ. comune posteriore, a cui poi si unisce, dirimpetto al polo temporale.

Anche essa, salvo qualche nervatura, ha la sua superficie liscia.

<sup>1)</sup> Circ. silviana anteriore o quarta circ. parietale (Ell. e B.).

<sup>2)</sup> Circ. silviana posteriore, circ. temporale superiore o anteriore o prima temporale (Ell. e B.).

	c. p.	c. m.	c. gr.
È lunga, sul suo margine posteriore .	9 mm	14 mm	12 mm
Larga, a metà lunghezza . . . . .	4½ „	5½ „	6½ „

Tutta la circ. di Silvio rappresenta, secondo le nostre vedute, la circ. temporale superiore dell'uomo. Essa infatti trovasi tra la scissura di Silvio e la scissura ectosilviana, la quale per noi rappresenta il primo solco temporale dell'uomo; incomincia dalla circ. comune anteriore, che fa parte del lobo parietale, e termina al polo temporale, precisamente come nell'uomo. Riguardo alla forma, abbiamo già detto, parlando della scissura ectosilviana, qual'è la ragione della diversità tra l'uomo ed il cane.

*Varietà.* Abbiamo già notato che la circ. di Silvio può essere unita, come avviene nel gatto, alla circ. ectosilviana da una piega di passaggio „*piega felina*“ (18% a d., 21% a s., 15% a d. e s.); ora dobbiamo osservare che tale piega ordinariamente trovasi al di sopra della circ. silviana media e va verticalmente alla circonvoluzione soprastante; però può cominciare dalla circ. silviana anteriore, verso la sua metà, ed andare nel limite tra la ectosilviana mediana e l'anteriore (4% a d., 1% a s., 2% a d. e s.); oppure può originarsi nel limite tra la circ. silviana mediana ed anteriore, incurvarsi indietro, percorrere la scissura ectosilviana mediana e terminarsi alla circ. ectosilviana posteriore, nel suo terzo superiore (1% a d., 2% a s.).

La detta piega felina può non essere completa, ma soltanto accennata, voglio dire che può esservi ma interrotta dalla scissura ectosilviana mediana o vicino alla circ. silviana mediana (11% a d., 15% a s., 16% ad. e s.) o vicino alla circ. ectosilviana (8% a d., 6% a s., 3% a d. e s.).

Al lato sinistro, in un caso la piega felina era doppia (v. pag. 239).

Abbiamo ancora detto che la branca posteriore della circ. di Silvio può essere divisa dalla circ. comune posteriore (4% a d., 13% a s.), che la stessa circ. silviana posteriore può essere divisa in due parti eguali da un solco che unisce le due scissure che la limitano (5% a d., 5% a s., 2% a d. e s.), che può essere sezionata in due parti anche la circ. silviana mediana ed insieme la circ. silviana posteriore (2% a d., 1% a s.), che questa, da sola, può trovarsi bipartita (2% a d.)



e che la circ. silviana mediana può essere divisa completamente in due parti dalla scissura di Silvio (1 a sin.).

La circ. di Silvio può essere ridotta ad una sola branca, parallela alla circ. ectosilviana anteriore ed estesa dalla circ. comune anteriore alla ectosilviana (1% a d., 8% a s., 2% a d. e s.).

### *Scissura di Silvio.*

La scissura di Silvio (Fig. 1, *S*) continua sulla faccia laterale dell'emisfero la *valle di Silvio*, quella larga scissura cioè che trovasi sulla base del cervello, tra il lobo piriforme o dell'ippocampo o sfenoidale e lo spazio perforato anteriore.

Incomincia dalla scissura limbica e propriamente nel limite tra la scissura rino-marginale (Fig. 1, *s. r. m.*) e la ippocampo-marginale (*s. i. p. m.*), risale sulla faccia esterna dell'emisfero, tra le branche della circ. di Silvio, con direzione obliqua dal basso in alto e dall'avanti all'indietro, sino alla circ. silviana mediana, terminandosi a punta.

Abbiamo già detto che nel fondo della scissura di Silvio trovasi la circ. dell'insola di Reil.

	c. p.	c. m.	c. gr.
È alta . . . . .	10 mm	13 mm	18 mm

*Varietà.* La scissura di Silvio, anzichè appuntita, può terminare con una biforcazione ad *Y*, i cui due rami si prolungano nel limite tra la parte mediana e le due laterali della circ. di Silvio.

L'abbiamo vista una volta, a sinistra prolungarsi sulla circ. silviana mediana, e, fiancheggiata da due pieghe feline, andarsi a dividere nei due solchi della scissura ectosagittale.

Le labbra della scissura di Silvio possono presentarsi più o meno divaricate in ragione dell'aumento dello sviluppo che può mostrare la circ. dell'insola di Reil (v. varietà di questa a pag. 208).

### *V. Circonvoluzione comune anteriore.*

[Sin. Circ. composta anteriore (Ell. e B.)]<sup>1)</sup>.

La circ. comune anteriore (Fig. 1, *c. a.*) trovasi dietro la scissura presilviana, che la divide dal lobo orbitario, ed è in rapporto con l'osso

<sup>1)</sup> La circ. composta anteriore (con la sigmoide) appartiene al lobo parietale (Ell. e B.).

frontale, meno per una piccola parte nella sua estremità inferiore, che corrisponde allo sfenoide.

Incomincia dalla branca precrociale del giro sigmoide, là dove questa sta per passare nella *commessura*, si rivolge in basso ed indietro, compiendo una curva a convessità anteriore, e va ad unirsi alla circ. silviana anteriore. In avanti è limitata dalla scissura presilviana; indietro è in rapporto, cominciando dall'alto, coll'origine della scissura coronaria, coll'estremità anteriore della circ. ectosagittale anteriore, con cui si fonde, coll'origine della scissura parietale e della circ. e sciss. ectosilviana anteriore.

		c. p.	c. m.	c. gr.
Lunghezza	assoluta . . . . .	23 mm	26 mm	28 mm
	in linea retta . . . . .	20 „	22 „	23 „
Larghezza, un po' variabile nei suoi diversi punti ma che in media si può considerare . . . . .				
		7 „	11 „	9 „
meno in avanti della scissura coronaria, dove è . . . . .				
		3 „	3½ „	4½ „

La circ. comune anteriore, ammesso che la scissura presilviana rappresenti la scissura di Rolando, non può essere omologa che alla circ. parietale ascendente dell'uomo, e la sua estremità superiore è rappresentata dal giro sigmoide, come ho detto a pag. 12.

*Varietà.* Non presenta varietà degne di rilievo, ricordiamo solo che può essere unita alla circ. frontale inferiore nei casi in cui la scissura presilviana non arriva alla scissura rinale anteriore (7% a d., 9% a s., 6% a d. e s.).

#### VI. *Circonvoluzione comune posteriore.*

(Sin. Polo temporale [Broca]. Circ. composta posteriore o circ. temporale inferiore o quarta circ. temporale [Ell. e B.].)

Questa circonvoluzione (Fig. 1 e 2, c. p.) incomincia dall'estremità inferiore della circ. cerebellosa, scorre sul margine posteriore dell'emisfero e si termina alla circ. silviana posteriore.

Al suo margine esterno arrivano: la circ. ectosagittale posteriore, la circ. ectosilviana posteriore e le tre scissure arcate (ectosagittale, parietale ed ectosilviana).

Il suo margine interno è separato dal lobo piriforme mediante la scissura ippocampo-marginale, e riceve la piega di passaggio retrolimbica, quando questa esiste.

La circ. comune posteriore è più o meno tortuosa ed irregolare ed occupa la doccia che la porzione squamosa del temporale forma con la tenda del cervelletto.

	c. p.	c. m.	c. gr.
Lunghezza { assoluta . . . .	36 mm	53 mm	70 mm
{ in linea retta. . . .	22 „	31 „	41 „

La larghezza è variabilissima nei diversi punti.

Abbiamo già detto che quella parte della circ. comune posteriore che sembra la diretta continuazione della piega infero-anteriore delle circ. ectosagittale mediana e posteriore e che corre sul margine esterno dell'emisfero rappresenta la parte più anteriore della 3a circ. temporale dell'uomo. Tutto il rimanente della circ. com. posteriore rappresenta la 1a circ. temporo-occipitale, meno per quella parte che è interposta tra la scissura retrolimbica di Lesbre e Forgeot o sciss. occipito-temporale di Ell. e B. e la scissura calcarina (Fig. 2), che rappresenta la porzione posteriore della 2a circ. temporo-occipitale o lobulo linguale. La porzione anteriore di questa circonvoluzione è la circonvoluzione dell'ippocampo.

Così veniamo ad ottenere che la scissura ippocampo-marginale, unita alla scissura retrolimbica, rappresenta il solco temporo-occipitale interno dell'uomo. Il solco temporo-occipitale esterno è rappresentato nel cane da quel solco che divide, in alto, la parte terminale della circ. ectocerebellosa e la piega posteriore della circ. ectosagittale posteriore (le quali unite da un'anastomosi tra loro e mediante un'altra alla piega anteriore della circ. ectosagittale posteriore rappresentano la 3a circ. occipitale) dalla circ. comune posteriore, ed in basso questa dalla piega anteriore della circ. ectosagittale posteriore, che rappresenta la 3a circ. temporale dell'uomo.

Devo avvisare però che le cose non sono sempre così ben chiare, ma restano un po' intricate allor che manca la piega retrolimbica o.

meglio, questa non è bene accennata, e la scissura retrolimbica comunica con l'incisura sopra-parietale, e quando questa arriva direttamente alla circ. comune posteriore (v. pag. 227) o la stessa incisura comunica con la scissura ectocerebellosa (v. pag. 227) e quando manca la scissura calcarina.

*Varietà.* La circ. comune posteriore vien modificata in ogni caso nella sua forma a seconda del modo di comportarsi delle anfrattuosità che trovansi vicino ad essa, e che talvolta l'attraversano tal'altra si

I. *Circonv. sagittale o marginale*  
*sin. 4° circ. arcata* (Ell. e B.)

*Circonvoluzioni*

**Faccia esterna degli**

*Sinonimie*

a) <i>Lobulo orbitario</i>	<div> <div>1° circ. frontale o circ. fr. superiore</div> <div>2° " " " " " media</div> <div>3° " " " " " inferiore</div> </div>	[circ. di Broca nell'uomo]
b) <i>Giro sigmoide</i>	<div> <div>Branca anteriore o precrociale</div> <div>Commissura</div> <div>Branca posteriore o postcrociale</div> </div>	<div> <div>[circ. centrale anteriore o prerolandica (Ell. e B.)]</div> <div>[circ. centrale posteriore, postrolandica, postcrociforme, postfrontale (Ell. e B.). La porzione posta sulla faccia interna dell'emisfero fa parte della circ. prespleniale di Ell. e B.]</div> </div>
c) <i>Circ. sagittale propriamente detta</i>	<div> <div>Piegia supero esterna . . . .</div> <div>" " interna . . . .</div> <div>" sulla faccia inter. dell'emisfero</div> </div>	<div> <div>[circ. entolaterale (Ell. e B.)]</div> <div>[circ. sopraspleniale (Ell. e B.)]</div> <div>[circ. spleniale (Ell. e B.)]</div> </div>
d) <i>Circ. cerebelloso</i>	" " " poster. dell'emisfero	[circ. postspleniale (Ell. e B.)]

II. <i>Circ. ectosagittale</i> <i>sin. 3° circ. arcata</i> (Ell. e B.)	<i>Porzione anter. o circ. ectosagittale anteriore</i>		[Circ. coronaria o soprasilviana anteriore. porzione nasale della 3° circ. ad arco (Ell. e B.)]
	" <i>mediana</i> "	" <i>mediana</i>	[Porzione mediana della 3° circ. ad arco (Ell. e B.)]
	" <i>poster.</i> "	" <i>posteriore</i>	[Porzione caudale dello 3° circ. ad arco (Ell. e B.)]
III. <i>Circ. ectosilviana</i> <i>sin. 2° circ. arcata</i> (Ell. e B.)	<i>Porzione anter. o circ. ectosilviana anteriore</i>		[3° circ. parietale (Ell. e B.)]
	" <i>med.</i> " "	" <i>mediana</i>	[3° circ. parietale, unita alla precedente per i suoi due terzi anteriori; per il resto è unita alla porzione posteriore (Ell. e B.)]
	" <i>poster.</i> " "	" <i>posteriore</i>	[2° circ. temporale (Ell. e B.)]

fermano in essa o vi mandano dei rami o non la raggiungono, ed inoltre per la presenza di piccoli solchi e fossette.

La *piega retrolimbica* esiste nel: 16% a d., 9% a s., 10% a d. e s. Devo far notare però che in realtà essa è quasi sempre rappresentata, poichè vi è in ogni caso una piega che trovasi bensì divisa dal lobo dell'ippocampo mediante la scissura ippocampo-marginale, ma è più o meno sviluppata e limitata dalla scissura retrolimbica, la quale esiste quasi sempre.

## emisferi cerebrali.

### Scissure e solchi

### Sinonimie

- |   |   |
|---|---|
| 1°. <i>Solco frontale superiore</i> . . . | [1° solco frontale (Broca). Scissura sopraorbitaria, sciss. frontale superiore (fissura proeca, Ell. e B.)] |
| 2°. <i>Solco frontale inferiore</i> . . . | [2° solco frontale (Broca). Scissura frontale od orbitaria inferiore (Ell. e B.)]                           |

3°. *Solco crociale.*

4°. *Solco o fossetta post-cruciforme.*

5°. *" " pre-cruciforme.*

5°. *Solco "crociale accessorio* (sulla faccia interna dell'emisfero).

6°. *Incisura parasagittale* . . . [Scissura entolaterale, fissura confinis (Ell. e B.)]

6°. *Incisura infrasagittale* (nella faccia interna dell'emisfero) . . . [Scissura sopraspleniale e postspleniale di Ell. e B.]

- |  |                |   |  |
|--|----------------|---|--|
| <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: center;">                     Scissura ectosagittale<br/>(3 a sc. arcata [Ell. e B.],<br/>Solco ectosag. Lesbre e<br/>Forgeot)                 </div> | 7 <sup>1</sup> | <i>Sciss. presilviana</i>                       | Sciss. primaria perpendicolare anteriore (Pansch). — Sc. frontale primaria, sc. precentrale inferiore, solco frontale inferiore dell'uomo (Ell. e B.). 2° solco frontale di Broca (Deniker). |
|  | 7 <sup>2</sup> | <i>Sciss. coronaria</i>                         | Sc. coronaria o branca parietale della 3° sciss. arcata (scissura di Rolando e 1° parietale dell'uomo.) [Ell. e B.] solco coronario (Lesbre e Forgeot).                                      |
|  | 7 <sup>3</sup> | <i>Sciss. estosagittale propriamente detta*</i> | [Sciss. laterale (parietale o interparietale dell'anatomia umana) (Ell. e B.)]   |
|  | 7 <sup>4</sup> | <i>Sciss. ectocerebellosa</i>                   | [Branca occipitale discendente della 3° sciss. arcata o sciss. mediolaterale (postlaterale o laterale posteriore) (Ell. e B.)]   |

\*) 7° *Solco ad ansa* [Branca superiore o postsigmoidea del solco ectosagittale [Lesbre e Forgeot].

7° *Scissura occipitale trasversa* di Ell. e B. — Rappresenta il *solco perpendicolare esterno* dell'uomo.

8°. *Incisura sopraparietale* [Sciss. laterale posteriore (Pansch). Sciss. ectolaterale (Ell. e B.)]

9°. *Scissura parietale \*\*)*

Sin. Grande scissura laterale (Broca) 2° sciss. arcata (sciss. mediana o soprasilviana (Ell. e B.)	{ Segmento anteriore o sciss. parietale anteriore [sciss. soprasilviana anteriore (Ell. e B.)] .. mediano o sciss. parietale mediana [sciss. soprasilviana mediana (Ell. e B.)] .. posteriore o sciss. parietale posteriore [sciss. soprasilviana posteriore (Ell. e B.)]
--	--

\*\*) Piccolo solco ad ansa. — Piccolo solco ad ansa accessorio.

IV. <i>Circ. di Silvio o situ. sin. 1a circ. arc. (Ell. e B.)</i>	{ <i>Porzione anteriore o circ. silvana anteriore</i> [4° circ. parietale (Ell. e B.)]			
	"	<i>mediana</i>	"	<i>mediana</i>
	"	<i>poster.</i>	"	<i>posteriore</i> [circ. temporale superiore od anteriore o 1° temporale (Ell. e B.)]

#### V. *Circ. sottosilvana o insula di Reil*

VI. *Circ. comune anteriore* [Circ. composta anteriore (con la sigmoide) (Ell. e B.)]

VII. *Circ. comune posteriore* [Polo temporale (Broca). Circ. composta posteriore o circ. temporale inferiore o 4a circ. temporale (Ell. e B.)]

<i>Cane</i>	<i>Omologie</i>	<i>Uomo</i>
— Faccia interna del lobo frontale	—	Circ. frontale interna.
— Incisura rostrale . . . . .	—	Solco rostrale di Eberstaller o incisura sopra-orbitaria di Broca.
— Solco frontale superiore . . . . .	—	Idem.
— Solco frontale inferiore . . . . .	—	Idem.
— Circ. frontale superiore o 1° circ. frontale . . . . .	—	Idem.
— Circ. frontale mediana o 2° circ. frontale . . . . .	—	Idem.
— Circ. frontale inferiore o 3° circ. frontale . . . . .	—	Idem.
— Faccia inferiore del lobo frontale	—	Lobo orbitario.
— Giro sigmoide . . . . .	—	Porzione superiore della circ. parietale ascendente, ossia la piega che abbraccia la <i>pars marginalis</i> della sciss. calloso-marginale.
— Solco crociale . . . . .	—	<i>Pars marginalis</i> della scissura calloso-marginale.
— Porzione della branca precrociale posta nella faccia mediale dell'emisfero . . . . .	—	Lobulo paracentrale o pararolandico.
— Porzione della branca postercrociale posta nella faccia mediale dell'emisfero . . . . .	—	Porzione anteriore del lobo quadrilatero.
— Solco crociale accessorio . . . . .	—	Solco del lobo quadrilatero situato dietro la piega parieto-limbica anteriore.
— Circ. sagittale propriamente detta	—	Circ. parietale superiore.
— Faccia mediale della circ. sagittale propr. detta . . . . .	—	Lobo quadrilatero.
— Circ. cerebellosa . . . . .	—	1° circ. occipitale o circ. occipitale superiore.
— Terza circ. cerebellosa (inco-stante) [V. pag. 16] . . . . .	—	Idem.
— Faccia interna della circ. cerebellosa . . . . .	—	Cuneo.
— Scissura perpendicolare interna . . . . .	—	Idem.
— Scissura calcarina . . . . .	—	Idem.
— Scissura presilviana . . . . .	—	Scissura di Rolando.
— Scissura coronaria . . . . .	—	Solco interparietale ( <i>ramus verticalis inferior</i> ).



*Topografia.*

Le circonvoluzioni e le anfrattuosità che son venute finora descrivendo non si prestano in egual modo ai processi di topografia cranio-cerebrale, ma le difficoltà per raggiungerle aumentano a misura che dalla superficie superiore dell'emisfero si passa alla laterale, a causa dello sviluppo e dell'importanza delle parti molli.

Prima però di passare al metodo per raggiungere ciascuna parte, segnerò, com'è necessario: 1. i confini sulle ossa e sulle parti molli di quella zona della cavità cerebrale che corrisponde alla faccia esterna dell'emisfero; 2. poi quelli della fossa etmoidale nella sua parte superiore, considerando la testa in posizione orizzontale, poichè quivi trovasi l'estremità del lobo olfattivo su cui noi possiamo arrivare; 3. ed in ultimo quelli della cavità cerebellare.

Per poter stabilire tali confini è stato necessario fare osservazioni su molte teste e superare non lievi difficoltà, perchè necessità imponeva di trovare dei punti di guida, per quanto è possibile, facilmente rintracciabili, e, ciò che più importa, che non subissero grandi oscillazioni in rapporto alle diverse conformazioni della testa.

Sarebbe stato forse conveniente stabilire i detti confini su teste di cani di tutte le diverse razze; ma questo non mi è stato possibile, poichè gli animali che capitano a noi sono ordinariamente di razze non pure, e quindi mi son dovuto adattare al materiale che ho potuto avere.

Ma, del resto, considerando che anche allo sperimentatore fisiologo difficilmente capita un animale di razza pura e che il medico-chirurgo veterinario ha a che fare con ogni sorta di cani, forse un lavoro fatto così, in generale, per qualunque individuo, non diminuisce lo scopo dell'argomento e può forse riuscire più vantaggioso.

Anzi posso aggiungere di più e cioè che da quanto ho potuto stabilire, per quello che a noi interessa, le differenze in rapporto alle varie razze non hanno molta importanza, e neppure si hanno variazioni di gran rilievo a seconda che l'animale è dolicocefalo o brachicefalo o mesocefalo, poichè fino ad un certo punto è giusto quello



che dicono Dhéré e Lapicque<sup>1)</sup>, ossia che l'aspetto differente della testa dipende dalle variazioni della faccia e non da quelle della cavità cranica.

Credo utile far notare inoltre, come parere non superfluo per il fisiologo, di servirsi preferibilmente di quei cani a cranio voluminoso, arrotondato, quasi globoso, a parete ossee sottili, la cui cresta sagittale sia poco sporgente o manchi del tutto, come avviene, in generale, nei brachicefali e come si può avvertire con la pressione digitata, perchè il minimo spessore delle ossa e la forma regolarmente convessa della volta cranica facilitano l'operazione e l'esperimento.

### 1. *Topografia della cavità cerebrale.*

Segneremo con quattro linee lo spazio in cui è contenuta la superficie esterna dell'emisfero cerebrale, la parte circonvolta di cui ci vogliamo occupare.

Le dette linee indicano all'esterno i piani che bisogna condurre, nella direzione che andremo indicando, per giungere dalla superficie esterna sulla massa nervosa.

Tali linee sono: 1°. la *cerebrale anteriore*; 2°. la *cerebrale posteriore*; 3°. la *cerebrale superiore*; 4°. la *cerebrale inferiore*.

1°. *Linea cerebrale anteriore* (Fig. 4, c. a.). Il Caradonna<sup>2)</sup>, a proposito del limite anteriore della cavità cranica, dopo una serie di esperimenti, viene „a questa convinzione: che un taglio praticato in corrispondenza dei due angoli rientranti segnati dal bordo esterno del frontale in cui si parte la sua apofisi orbitaria, normale al piano costituito dai tre punti basali di naturale appoggio del cranio, è limite anteriore della cavità del cranio“. Dalle mie osservazioni, su oltre duecento teste, risulta che il limite anteriore della cavità cranica non è immuta-

<sup>1)</sup> *Dhéré et Lapicque*. Relation entre la forme du cerveau et la grandeur du sujet chez le chien. Comptes rendus de la société de biologie. No. 27, pag. 783, 785. Paris 1898.

<sup>2)</sup> *Idem*. Variation des diverses parties des centres nerveux en fonction du poids du corps chez le chien. No. 28, pag. 860—862. Paris 1898.

<sup>3)</sup> *Giambattista Caradonna*. Ricerche originali sulla forma normale del cervello del cane ed i suoi rapporti col cranio, con la età e col sesso, con la estensione della superficie cerebrale, con lo sviluppo del lobo frontale e con alcune particolarità delle scissure, solchi e circonvoluzioni cerebrali. Perugia 1902.

bile nei diversi individui, ma è soggetto a spostamenti, che di solito sono lievi, ma in alcuni casi sono rilevanti (1).

Possiamo ritenere che, ordinariamente, il limite anteriore della cavità cerebrale corrisponde, all'esterno, ad una linea trasversale al piano sagittale della testa tirata *presso* gli apici delle apofisi orbitarie dei frontali. Tale linea è la *cerebrale anteriore*, che segna il limite, all'esterno ed in alto, tra l'estremità anteriore dell'emisfero ed il lobo olfattivo.

Nel maggior numero dei cani di media e grossa taglia la linea cerebrale anteriore deve essere condotta 5 mm dietro l'apice dell'apofisi orbitaria del frontale; tale distanza però può variare da 3 a 10 mm.

Nei cani di piccola taglia, in cui il cervello ha un grande sviluppo in rapporto alla mole dell'animale e le pareti craniche sono molto sottili, la linea cerebrale anteriore deve essere tirata invece da un apice all'altro delle due apofisi orbitarie del frontale, ed anche, talvolta, 2—3 mm più avanti, ed anche 4—5 nei cani piccolini ed ancora molto giovani.

In due cani S. Bernardo il limite anteriore della cavità cerebrale trovavasi 15 mm in uno e 16 nell'altro dietro l'apice dell'apofisi orbitaria del frontale; in un Terranova ne era distante 13 mm; in un Bracco-Puenter 12 mm. Tutti questi cani erano adulti e non saprei dire se in tutti gli altri individui della stessa razza o negli incroci simili il limite anteriore della cavità cerebrale sia lo stesso, poichè non ho potuto osservare altri esemplari.

Sta il fatto però che ho avuto altri cani di mole anche molto grande che non si sono scostati dalla regola generale più sopra detta.

L'apice dell'apofisi orbitaria del frontale, nel cane vivo, si esplora facilmente con la pressione digitata, poichè si avverte tra le fibre del legamento orbitario che vi s'inserisce.

2°. *Linea cerebrale posteriore* (Fig. 4, c. p.). — Sullo scheletro, si traccia facilmente tendendo un filo dal margine posteriore dell'estremità libera di una apofisi stiloide dell'occipitale all'altra e facendogli descrivere un arco sulla volta cranica, badando, com'è naturale, che tutti i punti

---

<sup>1)</sup> Vedremo più oltre che anche il limite anteriore della fossa olfattiva è soggetto a spostamenti.

su cui tocca il filo siano sullo stesso piano perpendicolare all'asse della testa e passante per le estremità libere delle dette apofisi stiloidi.

Nel vivo invece non è molto facile, onde bisogna tenersi un poco dietro l'estremità libere delle apofisi stiloidi dell'occipitale, le quali possono avvertirsi con la pressione digitata<sup>1)</sup>.

3°. *Linea cerebrale superiore o sagittale* (Fig. 4, S.). Questa divide sulla volta cranica un emisfero dall'altro e corrisponde quindi alla scissura interemisferica. Essa parte dal punto mediano della protuberanza occipitale interna, punto facilmente reperibile, si porta in avanti, seguendo dapprima l'apofisi interparietale e poi la cresta sagittale. Questa linea, oltre a dividere in due metà la superficie superiore del cranio, divide, come è a tutti noto, allo stesso modo la faccia e, prolungata sino all'estremità del naso, passa sul solco longitudinale che su questo trovasi, onde possiamo anche dire che la linea cerebrale superiore è rappresentata dalla retta congiungente il punto medio della protuberanza occipitale esterna col solco longitudinale della punta del naso.

4°. *Linea cerebrale inferiore* (Fig. 6, c. i.). È una linea obliqua che incomincia subito sotto l'angolo palpebrale interno e va, nei cani piccoli, nel mezzo dell'articolazione temporo-mascellare: negli altri, subito sotto il meato acustico esterno.

Per avere però il limite completo della parte inferiore del cervello, bisogna servirsi anche dell'asse della testa, come indicano le Fig. 7, 9 e 11, dimodo che, in conclusione, la cerebrale inferiore viene ad essere una linea spezzata, che parte subito al di sotto dell'angolo palpebrale interno, si avvia verso il mezzo dell'articolazione temporo-mascellare o verso il meato acustico esterno, incontra l'asse della testa e da questo

---

<sup>1)</sup> La linea cerebrale posteriore, principalmente nei cani di piccola mole, va soggetta a spostamenti di 2—3 mm e talvolta anche di più, perciò ho cercato una unità di misura onde rintracciare con minore difficoltà sulla volta cranica il punto per dove deve passare la linea stessa, e, dopo varie prove, sono riuscito a stabilire il seguente procedimento: si misura la distanza che corre tra l'angolo che trovasi sul margine interno dell'ala superiore del naso, proprio all'inizio della scissura che separa le due ali, e l'angolo corrispondente della narice opposta. Si prende un filo lungo tanti millimetri quanti sono quelli così ottenuti, si mette un capo del filo sulla cresta occipitale esterna, lo si lascia scorrere in avanti, senza tirarlo troppo, seguendo la naturale curva dell'apofisi infraparietale, e l'altro capo indica il punto per cui deve passare la linea cerebrale posteriore.

punto in poi è continuata all'indietro dalla parte posteriore dell'asse stesso (Fig. 11). Quest'ultima porzione dell'asse non sempre però corrisponde esattamente.

### *Topografia della fossa olfattiva.*

Anche la fossa olfattiva verrà racchiusa tra quattro linee: una *olfattiva posteriore*, un'altra *anteriore*, e due *lateral*i, *esterna* ed *interna*.

1°. La *linea olfattiva posteriore* non è altro che la *cerebrale anteriore* (v. pag. 247; Fig. 4, c. a.).

2°. La *linea olfattiva anteriore* (Fig 4, o. a.) indica all'esterno il piano che si deve condurre, perpendicolarmente all'asse della testa, per cadere in avanti e nel punto più sporgente della fossa olfattiva.

La *linea olfattiva anteriore* è parallela alla *posteriore* e vien tirata in avanti dell'apice dell'apofisi orbitaria del frontale. È da notare subito però che essa va soggetta a spostamenti considerevoli, in rapporto allo sviluppo assai differente del lobo olfattivo nelle diverse razze e nei diversi individui.

La lunghezza massima, che io ho potuto osservare, della fossa olfattiva è di 20 mm, la minima di 8. Però bisogna badare che noi consideriamo la fossa olfattiva dall'alto e quindi non possiamo interessarci che della distanza corrente tra il piano verticale passante per il punto anteriore, più sporgente, di essa ed il piano parallelo al precedente che la divide in alto dalla cavità cerebrale. Inoltre è da ricordarsi che il lobo olfattivo si spinge in parte al di sotto ed all'esterno del lobo frontale, e noi ora non consideriamo che la parte libera, sporgente in avanti di detto lobo. Quindi non tutto il diametro antero-posteriore della fossa olfattiva possiamo mettere in avanti della linea cerebrale anteriore od olfattiva posteriore, per avere il punto per cui tirare la linea olfattiva anteriore, ma solo una parte.

Dalla linea cerebrale anteriore od olfattiva posteriore la massima distanza che ho potuto notare per tirare l'olfattiva anteriore è di 16 mm, la minima è negativa, perchè in un piccolo cane il lobo olfattivo restava tutto coperto dal lobo orbitario.

Come si vede, da quanto ho finora detto, non è possibile indicare il modo preciso di trovare nel vivo il limite anteriore della fossa olfattiva,

solo è possibile affermare: che conducendo un piano, perpendicolare all'asse antero-posteriore della testa, passante subito avanti gli apici dei due processi orbitari dei frontali, si cade certamente sul lobo olfattivo, fatta eccezione di qualche piccolo cane (v. pag. 248), in cui si capita 1—2 mm od anche più indietro.

Però, se non è possibile tracciare la linea olfattiva anteriore sempre ed in ogni caso precisa, possiamo approssimarci al giusto ricordandoci che:

Nei cani a fine odorato, e quindi con grande sviluppo dei lobi olfattivi, quali tutti i cani da caccia, tale linea deve essere tirata 10—12 mm in avanti dell'apice del processo orbitario del frontale.

Nei cani a sviluppo olfattivo medio, 5—8 mm.

Nei cani piccoli, con grande sviluppo del cervello, i quali hanno il lobo olfattivo poco sporgente dal lobo orbitario, 1—2 mm e solo talvolta 3—4 ed anche 5 mm avanti il detto apice.

Nei cani di S. Bernardo, Terranova, Bracco-Puenter (se le cose sono sempre come negli esemplari di me esaminati, v. pag. 248) 4—6 mm avanti il nominato apice, perchè in questi cani, non ostante il grande sviluppo del lobo olfattivo, la linea cerebrale anteriore od olfattiva posteriore trovasi molto indietro.

3°. La *linea olfattiva laterale interna* non è altro che una parte della linea sagittale, interposta alle due olfattive anteriore e posteriore, e corrispondente alla sutura tra i due frontali.

4°. La *linea olfattiva laterale esterna* (Fig. 4, o. l. e.), per ciascuna fossa etmoidale, è una parallela alla linea sagittale avente come punto di partenza la volta dell'arco che descrive la narice del lato corrispondente.

Prolungando questa linea all'indietro, oltre la olfattiva posteriore, si vede che essa cade nella scissura sagittale propriamente detta nei cani dolicocefali (Fig. 4); un po' all'indentro di detta scissura nei mesocefali (Fig. 5) ed ancora più indentro nei cani piccoli (Fig. 10) in modo da dividere quasi a metà la circonvoluzione sagittale propriamente detta.

*Topografia cerebellare.*

Sul teschio è molto facile stabilire il limite tra la cavità cerebrale e la cerebellare, mediante una linea che corra, sia da un lato che dall'altro, dalla protuberanza occipitale esterna lungo la linea occipitale superiore e la cresta temporale; che continui questa in basso, passi in avanti del meato acustico esterno, giri anteriormente all'apofisi postglenoidea, scorra nella cavità glenoidea della squamma temporale e vada a terminare al foro ovale.

Ma nel vivo tale linea è impossibile tracciarla, onde rinunciamo a cercare come vi si potrebbe riuscire approssimativamente, poichè non ci serve, occorrendo a noi invece sapere soltanto la sezione della cavità cerebellare in cui è contenuta quella parte del cervelletto che trovasi allo scoperto dagli emisferi cerebrali.

Questa parte della cavità cerebellare vien limitata da tre linee, che sono; 1°. la *cerebellare anteriore*; 2°. la *cerebellare posteriore*; 3°. la *cerebellare della faccia nucale*.

1°. La *linea cerebellare anteriore* non è altro che la *cerebrale posteriore* (v. pag. 248, Fig. 4, c. p.).

2°. La *linea cerebellare posteriore* è rappresentata, nel teschio, da una linea a forma di  $\nabla$  capovolta ( $\wedge$ ), con l'apice sul punto più sporgente della protuberanza occipitale esterna e con le sue branche correnti sulle linee occipitali superiori fino ai tubercoli della squamma temporale. Nel vivo le due branche della  $\nabla$  sono curve, a convessità esterna, e si possono anche tracciare senza difficoltà, poichè non è difficile avvertire con le dita i punti estremi per cui deve passare.

3°. La *linea cerebellare della faccia nucale* corrisponde al limite tra il cervelletto ed il midollo allungato.

Sul teschio è una linea curva, a convessità posteriore, la quale parte dal tubercolo della squamma temporale di un lato, gira all'indietro, toccando il punto più elevato del foro occipitale, e si termina al tubercolo del lato opposto.

Tale linea, con la cerebellare posteriore, limita quella parte della faccia nucale del cranio che corrisponde alla faccia posteriore del cervelletto.

Nel vivo, va senza detto, tale linea non si può tracciare, però, facendo piegare la testa in basso all'animale e descrivendo nella regione della nuca, all'indietro, un quarto di cerchio, il cui raggio sia eguale alla distanza tra i due angoli palpebrali e che abbia il punto fisso nel mezzo della protuberanza occipitale esterna, si viene ad ottenere uno spazio su per giù eguale alla faccia nucale della scatola cranica.

In questo spazio si può operare per arrivare alla faccia posteriore del cervelletto.

La distanza tra gli angoli palpebrali è presso a poco eguale a quella che corre tra il punto mediano della protuberanza occipitale esterna ed il punto medio dell'orlo superiore del foro occipitale, come ho potuto stabilire compiendo tali misure in moltissimi cani.

\* \* \*

Limitato in tal modo il cervello ed il cervelletto, dei quali ci siamo proposto lo studio topografico, veniamo ora ad indicare, dopo aver spese poche parole per i lobi olfattivi, il modo con cui bisogna tracciare le linee corrispondenti alle scissure cerebrali, onde si possa aver cognizione delle aree a cui corrispondono le diverse circonvoluzioni.

Devo però prima osservare, quantunque sia tanto ovvio, che per raggiungere con precisione le diverse sezioni nervose è necessario che, nell'attraversare dall'esterno le parti molli e le ossa, si proceda lungo una linea perpendicolare al punto in cui si vuol giungere, ed in caso di ferita, il medico, per dare il suo giudizio, terrà conto della direzione con cui il corpo feritore è penetrato.

Di molta utilità, per tali considerazioni, riuscirebbe, senza dubbio, il sapere lo spessore delle pareti che racchiudono l'encefalo e dettagliatamente in tutte le diverse aree, che andremo tracciando, in ciascun cane, ma ciò non è assolutamente possibile stabilire, variando continuamente tale spessore in rapporto non solo alle diverse razze e prodotti di esse, ma anche in rapporto all'età, alla mole degli individui, allo sviluppo delle masse muscolari, ecc. Quindi a me non resta che sfiorare solamente l'argomento, dando per ciascuna area le misure prese in cani comuni, della grandezza e del peso presso a poco eguale a quello dei cani di cui ho dato le misure delle circonvoluzioni

e delle scissure (v. pag. 207). Per determinare lo spessore della parete nelle diverse zone, ho proceduto in questo modo semplicissimo: ho fatto congelare la testa del cane, poi ho praticato dei tagli perpendicolari alla zona voluta, e sulla sua parte centrale ne ho misurato lo spessore, dalla superficie esterna della pelle a quella esterna delle ossa, e da questa alla superficie interna della dura meninge.

### *Lobi olfattivi.*

Le linee che abbiamo tracciate per limitare all'esterno i lobi olfattivi (Fig. 4, 5, 8, 10, *o. a.* — *c. a.* — *s.* — *o. l. e.*) formano sulla regione frontale due quadrilateri, uno per lato della linea sagittale della testa. Questi sono rappresentati, nei cani a fine adorato, ordinariamente da rettangoli, col maggior diametro diretto dall'avanti all'indietro; nei cani di media taglia invece sono quasi dei quadrati e nei piccoli sono rettangoli diretti trasversalmente. Perforando nel centro dei quadrilateri descritti e procedendo perpendicolarmente, si giunge, attraverso i seni frontali, sull'estremità superiore dei lobi olfattivi.

Spessore della parete: cane piccolo 14 mm: di cui  $3\frac{1}{2}$  alle parti molli,  $10\frac{1}{2}$  alle ossa compresi i seni frontali; cane medio 17 mm: di cui 4 alle p. m., 13 alle ossa; cane grande 31 mm: di cui 5 alle p. m., 26 alle ossa.

### *Superficie esterna di ciascun emisfero cerebrale.*

Divideremo la superficie esterna dell'emisfero cerebrale in 12 zone, mediante due *linee longitudinali* e tre *trasversali*.

#### a) *Linee longitudinali.*

1°. *Linea sigmoidea esterna* (Fig. 5, *s. e.*). Questa linea, come indica il suo nome, passa all'esterno del giro sigmoide e propriamente nel punto più sporgente della *commessura*.

Essa è rappresentata da una linea, parallela alla sagittale, che ha come punto di partenza: nei cani a testa globosa, di piccola taglia, l'apice del processo orbitario del frontale (Fig. 10, *s. e.*); nei cani di media e grossa taglia, incomincia sulla base dell'apofisi orbitaria del frontale. (Fig. 5, *s. e.*)

2°. *Linea soprasilviana* (Fig. 6, *s. S.*). Ho voluto indicare con questo



nome la linea che passa per l'apice della scissura di Silvio, quindi proprio al di sopra di questa, e perciò la denominazione non è in rapporto, come potrebbe sembrare, con la scissura soprasilviana.

Essa rappresenta la continuazione della linea congiungente le due commessure palpebrali.

Devo notare che questa linea non sempre cade immediatamente al disopra, proprio sull'apice, della scissura di Silvio, ma si possono avere dei piccoli, sebbene insignificanti, spostamenti, principalmente dovuti al fatto che la detta scissura può presentarsi un pochino più lunga o meno anche nei due lati dello stesso cervello.

#### b) *Linee trasversali.*

1°. *Linea antisigmoidea* (Fig. 4, *a. s.*). L'abbiamo così denominata perchè il piano perpendicolare all'asse della testa che deve essere condotto lungo tale linea passa in avanti del giro sigmoide, e propriamente sul punto di origine della scissura coronaria, ossia divide la circonvoluzione comune anteriore dalla branca precruciale del detto giro.

Questa linea deve passare dietro la cerebrale anteriore e distante da questa 11—15 mm nei cani di grossa taglia, 10 in quelli di media grandezza e 6 in quelli piccoli.

Queste sono le distanze che ho potuto riscontrare nel maggior numero dei casi e le variazioni sono molto lievi: al più si può sbagliare di 1—2 mm.

Non ho potuto stabilire altro di più preciso, poichè non vi è sulla testa nessun punto che possa indicarci, meglio di come ho ora stabilito, il modo di tracciare la linea antisigmoidea.

2°. *Linea postsigmoidea* (Fig. 4, *p. s.*). È una parallela alla precedente e corrisponde al punto di maggiore curva della branca posteruciale, o, possiamo dire, al punto di confluenza della scissura coronaria, della scissura sagittale propriamente detta e del solco ad ansa.

La linea retrosigmoidea deve innalzarsi per il punto mediano dell'articolazione temporo-mascellare.

Se mai in qualche caso dovesse riuscire difficile stabilire tale punto, come può verificarsi negli animali molto grassi, ci si può aiutare servendoci anche dei processi angolari della mandibola. In questo

caso la linea in discorso unisce i detti processi descrivendo un arco sulla volta cranica: nei cani grandi passa dietro tali processi, o toccandoli o restandene discosta di qualche millimetro (Fig. 7, *p. s.*), nei cani piccoli invece cade un poco in avanti (Fig. 11, *p. s.*).

Devo però avvertire che con quest'ultimo modo è più facile andare incontro a sportamenti di 1—3 mm.

3°. *Linea parietale posteriore* (Fig. 6, *p. p.*). Come indica il suo nome, corrisponde alla scissura parietale posteriore; è parallela alla precedente e passa subito dietro i condotti acustici esterni.

Ricordiamo ora che tutti i piani, i quali devono essere condotti secondo le linee che abbiamo stabilite, meno la cerebrale inferiore e la soprasilviana, devono essere perpendicolari al piano orizzontale passante per l'asse della testa.

Abbiamo stabilito di considerare come asse della testa una linea retta che incomincia dal punto di maggiore convessità del margine libero del labbro superiore e passa subito al di sopra dell'articolazione temporo-mascellare.

I piani passanti per la linea soprasilviana e cerebrale inferiore devono essere condotti perpendicolarmente al piano sagittale della testa.

Con tutte le linee che siamo venuti così tracciando, vengono a formarsi, sulla superficie esterna dell'emisfero cerebrale, 12 quadrilateri: 4 superiori, 4 mediani e 4 inferiori.

### *Quadrilateri superiori.*

1°. Linea sagittale. — L. sigmoidea esterna. — L. cerebrale anteriore. — L. antisigmoidea.

Questo quadrilatero racchiude: tutto il lobo frontale, il quale si trova verso la metà interna, e una piccolissima parte della circonvoluzione comune anteriore, quel lembo cioè di questa che sta avanti all'origine della scissura coronaria.

Lo spessore della parete, cioè la distanza che corre tra la superficie esterna della pelle e la massa cerebrale, nel mezzo del quadrilatero, misurato dall'alto è:

C. picc. 13 mm. di cui  $\begin{cases} 9\frac{1}{2} \text{ p. m.} \\ 3\frac{1}{2} \text{ o. e m.} \end{cases}$  ; C. m. 16 mm, di cui  $\begin{cases} 4\frac{1}{2} \text{ p. m.} \\ 11\frac{1}{2} \text{ o. e m.} \end{cases}$

$$C. \text{ gr. } 28 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 6 \text{ p. m. } ^1) \\ 22 \text{ o. e m.} \end{cases}$$

2°. Linea sagittale. — L. sigmoidea esterna. — L. antisigmoidea. — L. postsigmoidea.

Racchiude: tutto il giro sigmoide ed una piccola parte della circonvoluzione frontale superiore e della sagittale propriamente detta.

Lo spessore della parete, misurato dall'alto, è:

$$C. \text{ picc. } 7 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 3 \text{ p. m.} \\ 4 \text{ o. e m.} \end{cases}; C. \text{ m. } 14 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 5 \text{ p. m.} \\ 9 \text{ o. e m.} \end{cases};$$

$$C. \text{ gr. } 31 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 11 \text{ p. m.} \\ 20 \text{ o. e m.} \end{cases}$$

3°. Linea sagittale. — L. sigmoidea esterna. — L. postsigmoidea. — L. parietale posteriore.

Comprende: gran parte della circonvoluzione sagittale propriamente detta, con la scissura omonima, e della porzione anteriore della circ. ectosagittale.

Per chi dovesse operare in questo quadrilatero, devo avvertire che, lungo la scissura sagittale propriamente detta, nel parietale, trovasi una grossa vena diploica, la quale, incominciata già in corrispondenza della scissura coronaria, dà molto sangue, quando vien tagliata.

Spessore della parete ancora misurato dall'alto:

$$C. \text{ picc. } 7 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 4 \text{ p. m.} \\ 3 \text{ o. e m.} \end{cases}; C. \text{ m. } 16 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 12 \text{ p. m.} \\ 4 \text{ o. e m.} \end{cases};$$

$$C. \text{ gr. } 33 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 16 \text{ p. m.} \\ 17 \text{ o. e m.} \end{cases}$$

4°. Linea sagittale. — L. sigmoidea esterna. — L. parietale posteriore. — L. cerebrale posteriore.

Comprende: la parte terminale della circonvoluzione e scissura sagittale propriamente detta e della parte superiore della circ. ectosagittale.

<sup>1)</sup> Le abbreviazioni: *C. picc.*, *C. m.* e *C. gr.*, significano: *cane piccolo*, *cane di media taglia*, *cane grosso*; *p. m.* vuol dire *alle parti molli*; *o. e m.*: all'osso e alla dura madre.

Anche in questa parte, in corrispondenza della scissura sag. propr. detta, trovasi la vena diploetica, la quale va al seno laterale.

Spessore della parete, misurato dall'alto:

C. picc. 9 mm, di cui  $\begin{cases} 7 \text{ p. m.} \\ 2 \text{ o. e m.} \end{cases}$ ; C. m. 19 mm, di cui  $\begin{cases} 14 \text{ p. m.} \\ 5 \text{ o. e m.} \end{cases}$ ;

C. gr. 27 mm, di cui  $\begin{cases} 11 \text{ p. m.} \\ 16 \text{ o. e m.} \end{cases}$ .

### *Quadrilateri mediani.*

1°. Linea sigmoidea esterna. — L. soprasilviana. — L. cerebrale anteriore. — L. antisigmoidea.

Comprende: La circonvoluzione frontale mediana, parte della superiore e un lembo della circ. comune anteriore.

Lo spessore della parete, misurato di lato e compreso il seno frontale, è:

C. picc. 22 mm, di cui  $\begin{cases} 21 \text{ p. m.} \\ 1 \text{ o. e m.} \end{cases}$ ; C. m. 28 mm, di cui  $\begin{cases} 23 \text{ p. m.} \\ 5 \text{ o. e m.} \end{cases}$ ;

C. gr. 51 mm, di cui  $\begin{cases} 42 \text{ p. m.} \\ 9 \text{ o. e m.} \end{cases}$ .

2°. Linea sigmoidea esterna. — L. soprasilviana. — L. antisigmoidea. — L. postsigmoidea.

Comprende: la parte mediana della circonvoluzione comune anteriore e l'origine delle circonvoluzioni ectosagittale, ectosilviana e silviana, con le scissure interposte. Quivi, sulla dura madre, si distribuisce l'arteria meningea, nominata dal Dr. Mensa *orbito-meningea* (Fig. 11).

Lo spessore della parete, anche preso di lato, è:

C. picc. 16 mm, di cui  $\begin{cases} 14 \text{ p. m.} \\ 2 \text{ o. e m.} \end{cases}$ ; C. m. 31 mm, di cui  $\begin{cases} 29 \text{ p. m.} \\ 2 \text{ o. e m.} \end{cases}$ ;

C. gr. 40 mm, di cui  $\begin{cases} 36 \text{ p. m.} \\ 4 \text{ o. e m.} \end{cases}$ .

3°. Linea sigmoidea esterna. — L. soprasilviana. — L. postsigmoidea. — L. parietale posteriore.

Comprende: una parte della piega inferiore della circonv. ectosagittale, gran parte della circ. ectosilviana e silviana.

Sia in corrispondenza della scissura parietale che della ectosilviana, trovasi nell'osso una grossa vena diploica. Tutte le vene diploiche finora nominate si gettano nel seno laterale del proprio lato, comunicano tra di loro e col seno longitudinale dorsale.

In corrispondenza del quadrilatero presente si trovano le più grosse diramazioni dell'arteria meningea media (Fig. 11).

Spessore della parete, preso ancora di lato, come in tutti i casi seguenti:

$$\text{C. picc. } 17\frac{1}{2} \text{ mm, di cui } \begin{cases} 15 \text{ p. m.} \\ 2\frac{1}{2} \text{ o. e m.} \end{cases} ;$$

$$\text{C. m. } 29\frac{1}{2} \text{ mm, di cui } \begin{cases} 27 \text{ p. m.} \\ 2\frac{1}{2} \text{ o. e m.} \end{cases} ; \text{ C. gr. } 45 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 39 \text{ p. m.} \\ 6 \text{ o. e m.} \end{cases}$$

4°. Linea sigmoidea esterna. — L. soprasilviana. — L. parietale posteriore. — L. cerebrale posteriore.

Comprende: una piccola parte della piega inferiore della circ. ectosagittale (meno nei cani piccoli), le pieghe anteriore e posteriore della stessa circonvoluzione, una piccola parte della circ. comune posteriore e della faccia laterale del cervelletto.

Spessore:

$$\text{C. picc. } 20 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 18 \text{ p. m.} \\ 2 \text{ o. e m.} \end{cases} ; \text{ C. m. } 29 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 26 \text{ p. m.} \\ 3 \text{ o. e m.} \end{cases} ;$$

$$\text{C. gr. } 44 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 34 \text{ p. m.} \\ 10 \text{ o. e m.} \end{cases}$$

#### *Quadrilateri inferiori.*

1°. Linea soprasilviana. — L. cerebrale inferiore. — L. cerebrale anteriore. — L. antisigmoidea.

Comprende: parte del lobo olfattivo e radice olfattiva esterna e la circonvoluzione frontale inferiore, con un poco della mediana

Spessore:

$$\text{C. picc. } 25 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 24 \text{ p. m.} \\ 1 \text{ o. e m.} \end{cases} ; \text{ C. m. } 32 \text{ mm, di cui } \begin{cases} 31 \text{ p. m.} \\ 1 \text{ o. e m.} \end{cases} ;$$

$$\text{C. gr. 58 mm, di cui } \begin{cases} 57 \text{ p. m.} \\ 1 \text{ o. e m.} \end{cases}$$

Come parte ossea quivi si è considerata solo la parete cranica, ed il ponte zigomatico e l'apofisi coronoida della mandibola è stata compresa tra le parti molli.

2°. Linea soprasilviana. — L. cerebrale inferiore. — L. antisigmoidea. — L. postsigmoidea.

Comprende: la parte iniziale della circonv. comune anteriore e posteriore, che si dipartono dagli estremi della circ. di Silvio; la scissura di Silvio, con dentro la circ. sottosilviana; gran parte della scissura rino-marginale ed ippocampo-marginale, della radice olfattiva esterna e faccia laterale del lobo piriforme o sfenoidale.

Presso l'angolo supero-anteriore di questo quadrilatero, penetra nella cavità cranica l'arteria orbito-meningea (Fig. 11).

Spessore:

$$\text{C. picc. 23 mm, di cui } \begin{cases} 21\frac{1}{2} \text{ p. m.} \\ 1\frac{1}{2} \text{ o. e m.} \end{cases};$$

$$\text{C. m. } 29\frac{1}{2} \text{ mm, di cui } \begin{cases} 28 \text{ p. m.} \\ 1\frac{1}{2} \text{ o. e m.} \end{cases}; \text{ C. gr. 46 mm, di cui } \begin{cases} 43 \text{ p. m.} \\ 3 \text{ o. e m.} \end{cases}$$

3°. Linea soprasilviana. — L. cerebrale inferiore. — L. postsigmoidea. — L. parietale posteriore.

Comprende: gran parte della circonvoluzione comune posteriore, con la porzione terminale delle circonvoluzioni ectosagittale, ectosilviana e silviana. Inoltre vi si trova, verso l'angolo postero-inferiore, la parte più inferiore della faccia esterna del cervelletto. Verso la parte posteriore di questo quadrilatero trovasi l'arteria meningea media (Fig. 11).

Spessore:

$$\text{C. picc. 19 mm, di cui } \begin{cases} 18 \text{ p. m.} \\ 1 \text{ o. e m.} \end{cases}; \text{ C. m. 29 mm, di cui } \begin{cases} 27 \text{ p. m.} \\ 2 \text{ o. e m.} \end{cases};$$

$$\text{C. gr. 39 mm, di cui } \begin{cases} 33 \text{ p. m.} \\ 6 \text{ o. e m.} \end{cases}$$

4°. Linea soprasilviana. — L. cerebrale inferiore. — L. parietale posteriore. — L. cerebrale posteriore.

Comprende: una piccolissima parte della piega posteriore della circonv. ectosagittale, ed un'altra della circ. comune posteriore; inoltre vi si trova gran parte della faccia esterna del lobo del cervelletto.

Spessore, preso di lato e nell'interno del padiglione auricolare:

C. picc. 15 mm, di cui  $\left\{ \begin{array}{l} 12\frac{1}{2} \text{ p. m.} \\ 2\frac{1}{2} \text{ o. e m.} \end{array} \right.$  ; C. m. 26 mm, di cui  $\left\{ \begin{array}{l} 23 \text{ p. m.} \\ 3 \text{ o. e m.} \end{array} \right.$  ;

C. gr. 44 mm, di cui  $\left\{ \begin{array}{l} 34 \text{ p. m.} \\ 10 \text{ o. e m.} \end{array} \right.$

## Spiegazione delle figure.

---

Fig. 1. Fotografia degli emisferi cerebrali, destro e sinistro, di un cane:

*cf'* = circonvoluzione frontale media; *cf* = circ. frontale superiore; *sf* = solco frontale superiore; *sf'* = solco frontale inferiore; *scr* = solco crociale; *sco* = scissura coronaria; *sa* = solco ad ansa; *csp*—*csp* = circ. sagittale propriamente detta; *spa* = scissura parietale anteriore; *sa'* = piccolo solco ad ansa; *ip* = incisura parasagittale; *sep* = scissura ectosagittale propriamente detta; *spm* = scissura parietale mediana; *is-p* = incisura sopra-parietale; *cc* = circ. cerebellosa; *sa''* = piccolo solco ad ansa accessorio; *sec* = scissura ectocerebellosa; *secm* = scissura ectosilviana mediana; *spp* = scissura parietale posteriore; *secp* = scissura ectosilviana posteriore; *S* = scissura di Silvio; *iR* = insula di Reil o circ. sottosilviana; *seca* = scissura ectosilviana anteriore; *spr* = scissura presilviana; *cf''* = circonvoluzione frontale inferiore; *gs* = giro sigmoide; *cea* = circ. ectosagittale anteriore; *cem* = circ. ectosagittale mediana; *cep* = circ. ectosagittale posteriore; *ca* = circ. comune anteriore; *eca* = circonv. ectosilviana anteriore; *ecm* = circ. ectosilviana mediana; *ecp* = circ. ectosilviana posteriore; *csa* = circ. silviana anteriore; *csn* = circ. silviana mediana; *csp* = circ. silviana posteriore.

*spe* = scissura perpendicolare esterna; *ps* = piega superiore della circ. ectosagittale mediana; *pi* = piega inferiore della stessa; *pp* = piega posteriore della circonv. ectosagittale posteriore; *pa* = piega anteriore della stessa; *iR* = insula di Reil, messa allo scoperto mediante l'asportazione di una parte della circonvoluzione di Silvio; *sipm* = scissura ippocampo-marginale; *srn* = scissura rino-marginale.

Fig. 2. Fotografia della faccia interna dell'emisfero cerebrale sinistro dello stesso cane:

*f* = faccia interna del lobo frontale; *scr* = scissura crociale; *scr'* = solco crociale accessorio; *in* = incisura infrasagittale; *scn* = scissura calloso-marginale; *spi* = scissura perpendicolare interna; *sc* = scissura calcarina; *cc* = circonv. cerebellosa; *sr* = scissura retrolimbica od occipito-temporale; *cp* = circonv. comune posteriore.

Fig. 3. Fotografia per mostrare i rapporti delle ossa coll'encefalo. Le linee punteggiate sulla massa encefalica sono state fatte a mano, seguendo i punti di fuoco dati precedentemente con le ossa intatte<sup>1)</sup>:

*l* = osso lacrimale; *f* = osso frontale; *pr* = osso parietale; *o* = osso occipitale; *s* = squama temporale; *sf* = sfenoide; *pl* = palatino; *pt* = pterigoideo.

---



## Spiegazione comune a tutte le altre figure.

*s* = linea sagittale; *ole* = linea olfattiva laterale esterna; *se* = linea sigmoidea esterna; *oa* = linea olfattiva anteriore; *ca* = linea cerebrale anteriore ed olfattiva posteriore; *as* = linea antisigmoidea; *ps* = linea postsigmoidea; *pp* = linea parietale posteriore; *cp* = linea cerebrale posteriore;

*A* = asse della testa; *ci* = linea cerebrale inferiore; *sS* = linea soprasilviana.

Le figure 4 e 6 sono due fotografie di un cane grande. L'emisfero cerebrale è stato liberato anche dalla pia madre.

Le figure 5 e 7 sono due fotografie di un cane di media grandezza. Sull'emisfero cerebrale trovasi ancora la pia e si notano numerose vene.

Le figure 8, 9, 10, 11 sono quattro fotografie di un piccolo cane, di sei mesi. Nell'ultima figura sono state disegnate le arterie meningei, copiandole dal vero, come si mastravano cioè in questo caso. (È noto che nel cane le arterie meningei, pur non discostandosi molto dalla loro posizione, seguono un cammino sempre variabile e la divisione dei rami e lo spessore di questi varia continuamente.<sup>2)</sup> In tutte queste ultime fotografie è conservata la pia madre.

---

<sup>1)</sup> Per far ciò, ci siamo serviti di un termo-cauterio, a punta sottile: Pulite ben bene le ossa e messe in evidenza le suture, si son fatti, lungo queste, dei fori, procedendo perpendicolarmente con l'ago rovente sino alla massa nervosa. Dopo si è segata la metà sinistra, su cui l'operazione era stata fatta, come indica la figura. si è asportato il pezzo osseo e poi la dura madre soltanto. Indi si è fatto la fotografia e sulla positiva, con la guida dei punti di fuoco e del pezzo osseo asportato, si son tirate le linee, rappresentanti le suture.

<sup>2)</sup> In proposito si consulti: *Dott. Attilio Mensa*. Arterie meningei encefaliche nella serie dei mammiferi — Studio morfologico e descrittivo — *Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch*, Leipzig 1912.

Dall'Istituto di Anatomia Normale della R. Scuola Sup. di Med.-Veterinaria di Torino.  
10 giugno 1911.

Aus dem histol. embryol. Institut München.

---

## Über die Struktur der Grundsubstanz des Netzkorpels.

Von

Cand. med. **Otto Rosenbaum.**

---

(Mit Taf. IX.)

---

Bei meinen Untersuchungen über die Struktur der Grundsubstanz des Netzkorpels habe ich als Objekt die Ohrmuschel des Rindes benutzt, die insofern sehr geeignet dafür ist, als die Knorpelkapseln hier ziemlich weit auseinanderliegen, und das besonders in der Mitte sehr grobe elastische Gewebe große Zwischenräume in seinen Maschen frei läßt. Über die Anordnung dieses letzteren möchte ich kurz bemerken, daß seine Fasern hauptsächlich in der Richtung von einem Perichondrium zum andern verlaufen und miteinander verspannt sind, wie auch aus den Abbildungen ersichtlich ist. Ferner zeigt auch die Lage der Kapseln, die meist zwei Zellen enthalten, im Gegensatz zu denen des hyalinen Knorpels eine große Regelmäßigkeit, indem ihre Längsachse senkrecht zur Oberfläche orientiert ist. Nun besteht die ganze übrige Masse des Knorpels aus feinen gleichmäßig dicken kollagenen Fibrillen, die eine ziemlich komplizierte Anordnung aufweisen. In der Literatur habe ich nur eine Arbeit von *R. Kolster* (Arch. f. mikr. Anat., Bd. 29) gefunden, worin er eine Beschreibung von Ohrknorpel des Kaninchens gibt, welche er auch für denselben Knorpel beim Rind gelten läßt. Dieselbe stimmt mit der vorliegenden nur wenig überein. Er beschreibt als Anteil der Grundsubstanz kollagene Fasern, die bündelweise, nachdem sie eine Strecke weit das Perichondrium durchlaufen haben, umbiegen und durch den Knorpel zur gegenüberliegenden Oberfläche ziehen, wobei die Bündel in mäßiger Entfernung von-

einander liegen. Was zunächst die Technik anlangt, so hat *Kolster* die Methode der Trypsinverdauung angewandt, um das kollagene Gewebe zu isolieren, und die Präparate meist ungefärbt betrachtet, da die Bilder durch die angewandten Färbungen an Schärfe verloren. Teilweise habe auch ich die Trypsinverdauung benutzt, um die kollagenen Fasern zur Darstellung zu bringen, aber man erhält nicht so gute Resultate wie mit der weiter unten beschriebenen Methode. An den ungefärbten Schnitten ist eine Verwechslung mit feinen und nicht völlig verdauten elastischen Fasern sehr leicht möglich, besonders in der Schicht, die sich dicht unter dem Perichondrium befindet. Ein deutliches Umbiegen der kollagenen Fibrillen hier, wie es *Kolster* beschreibt, habe ich nie beobachten können. Die Färbung mit Eosin und Hämalalaun haben sich nach *Kolster* als ungeeignet erwiesen. Die Bindegewebsfärbung nach *Hansen* mit Pikrinsäure und Säurefuchsin, die ich benutzt habe, ist zwar für den Augenblick ganz günstig, vergeht aber nach einigen Wochen, so daß die Präparate in kurzer Zeit eigentlich ganz unbrauchbar werden. Will man jedoch die Trypsinverdauung anwenden, so empfiehlt es sich, den Knorpel mit Formol zu fixieren, dünn mit dem Gefriermikrotom zu schneiden und einige Stunden die Schnitte in Osmiumsäure zu legen (5–10 Tropfen 1proz. Lösung auf 20 ccm Wasser), ehe man sie in die Verdauungsflüssigkeit bringt. Als solche eignet sich am besten eine Lösung von 1 g Trockentrypsin in 200–300 ccm Wasser mit einem Zusatz von Toluol. Diese Lösung wird alle 2 Tage erneuert, und nach etwa 6 Tagen ist in der Regel die Verdauung (bei 38–40° C) genügend, was man auch makroskopisch schon an dem Verschwinden der durch die Osmiumsäure hervorgerufenen schmutzig gelben Farbe der Schnitte sehen kann. Da diese sehr empfindlich sind, klebt man sie am besten nach dem Ausspülen der Farbe mit Wasser auf und deckt dann erst ein. Als viel vorteilhafter hat sich folgende Methode bewährt. Der Knorpel wird mit Formol fixiert und 3–4 mm dicke Stücke in alkoholische Kalilauge gelegt (10–15% Kalilauge in 70proz. Alkohol), um die kollagenen Fasern von dem sie verklebenden Chondroid zu befreien. Diese selbst werden, wie Kontrollversuche mit den Schwanzsehnen der Maus und Vergleiche mit den Resultaten der Trypsinverdauung ergeben haben,

von alkoholischer Kalilauge bei der angegebenen Konzentration selbst in der Wärme (40° C) nicht angegriffen, während sie in wässriger Lösung, besonders in der Wärme, bald aufgelöst werden. Nach 8 bis 10 Tagen ist die Demaskierung meist genügend vorgeschritten, jedoch tut man gut, einen Teil des Materials schon vor dieser Zeit und einen Teil nach längerer Einwirkung weiter zu behandeln, da man erst am fertigen Präparat feststellen kann, ob der Versuch gelungen ist. Man fertigt nun mit dem Gefriermikrotom möglichst dünne Schnitte an (5  $\mu$ ) und färbt nach Bielschowsky, und zwar läßt man die Schnitte so lange in der Silberlösung, bis sie leicht braun sind, was in der Regel etwa 5—6 Tage dauert. Wenn die elastischen Fasern nicht zu sehr angegriffen sind, kann man auch diese noch mit Orzein färben (Fig. 1), andernfalls sieht man sie als helle Streifen. Die so erhaltenen Präparate bleiben dauernd gleich gut und man sieht nun folgendes Verhalten der kollagenen Fibrillen. Sie lassen zwei Systeme unterscheiden. Das eine (Fig. 1) bildet Fasern, die in krausen Linien, ein wenig miteinander verflochten, den Knorpel in Ebenen durchziehen, die parallel zum Perichondrium, d. h. zur Oberfläche, liegen. In der Kapselwand, die etwas dichter erscheint als die Umgebung, bilden sie wohl ausgebildete Ringe. Sie färben sich oft ganz schwarz. Das andere System weist Fibrillen auf, die (Fig. 2) als scharfe glatte Linien, dicht gedrängt, in leichten Wellen von einem Perichondrium zum anderen verlaufen, also senkrecht zu den vorher beschriebenen. Sie lassen bei ihrer Menge kaum Bündel erkennen, hängen nie untereinander zusammen, und bilden so fast die ganze Grundsubstanz, indem sie nur wenig Platz für das Bindemittel übrig lassen. Sie färben sich immer violett. Sehr merkwürdig ist, daß die beiden Fasersysteme offenbar ineinander übergehen können. Daß wir es in beiden Fällen tatsächlich mit kollagenem Gewebe zu tun haben, beweist außer dem Verhalten gegen Trypsin und alk. Kalilauge dasjenige gegen Farbstoffe. Weigertsche Lösung und Orzein färben nicht, dagegen Säurefuchsin, Eosin und Bielschowskys Methode. Die beschriebene doppelte Natur der kollagenen Fibrillen im Netzknorpel kann bei ihrer ständigen Beobachtung meiner Meinung nach nichts Zufälliges sein, sondern muß, kurz gesagt, durch ihre Funktion bedingt sein. Ob das zuerst erwähnte

System etwas mit der Leitung des Säftestromes zu tun hat, läßt sich nicht weiter begründen. Auf den ersten Blick erscheint für diesen Zweck die Anordnung nicht sehr günstig, denn es besteht höchstens eine geringe Kommunikation mit der besser ernährten Oberfläche. Andererseits würde aber durch dasselbe ermöglicht, daß mehr Knorpelhöhlen und damit Zellen unter sich in Verbindung gebracht werden können. Auffallend ist jedenfalls der besondere Charakter dieser Fasern gegenüber den anderen und ihr Zusammenhang. Anders das zweite System. Der straffe Charakter seiner Fasern, die in ihrer Verlaufsrichtung die Hauptzüge der elastischen Netze wiederholen, läßt sie deutlich dafür geschaffen erscheinen, die Festigkeit des Gewebes zu erhöhen, d. h. einen mechanischen Zweck zu erfüllen, der ja wohl dem ersten System auch nicht abgesprochen werden kann. Aus Fig. 3 kann man wohl in bezug auf die Genese der Fasern schließen, daß beide Arten aus demselben Material entstehen, also entweder gleich bei der ersten Anlage des Knorpels aus dem Mesenchym hervorgehen oder erst später von den Knorpelzellen gebildet und aus den Kapseln, die sicher nicht aus einer festen Membran bestehen, nach außen in eine ursprünglich homogene Grundsubstanz hineinverlegt werden.

Herrn Professor Mollier und Herrn Prosektor Böhm spreche ich für ihre gütige Unterstützung meinen besten Dank aus.

---

Aus dem histol. embryol. Institut München.

---

## Über die fibrilläre Struktur des Sarkolemmms.

Von

Cand. med. **Bruno Griesmann.**

---

Seit *Frorieps*<sup>1)</sup> grundlegender Monographie über das Sarkolemm herrscht über die Zugehörigkeit des Sarkolemmms zur Gruppe der kollagenen Gewebe kaum mehr ein Zweifel. Seine Anschauung, daß es sich beim Sarkolemm um eine *hyaline* Membran handelt, ist bis heute in unseren meist gebrauchten Lehrbüchern der Histologie<sup>2)</sup> vertreten und darf daher als die allgemein gültige bezeichnet werden.

Zwei Auffassungen stehen sich immer einander gegenüber bei Angaben über die Natur des Sarkolemmms. Die eine erkennt die morphologische Dignität des Sarkolemmms lediglich im Sinne einer Zellmembran<sup>3)</sup>. Diese ursprüngliche Ansicht wird verständlich vom Standpunkte der streng auf den Zellbegriff gerichteten Denkweise des Entdeckers<sup>4)</sup> des Sarkolemmms. Diese ganze Richtung betrachtet

---

<sup>1)</sup> A. Froriep, Über das Sarkolemm und die Muskelkerne. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abtlg. 1878.

<sup>2)</sup> *Böhm-Davidoff*, Lehrbuch d. Histologie d. Menschen 1903. — *Stöhr*, Lehrbuch d. Histologie. 1806. — *Scymonowicz-Krause*, Lehrbuch d. Histologie. 1909. — *Ellenberg-Günther*, Grundriß der vergleichenden Histologie der Haussäugetiere. 1908. — *Kölliker*, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Bd. I. 1889.

<sup>3)</sup> Stöhr, Lehrbuch d. Histologie. 1906.

<sup>4)</sup> Th. Schwann, Mikrosk. Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen. 1839.

das Sarkolemm somit als integralen Bestandteil der Muskelzelle und als strukturlose, elastische Membran.

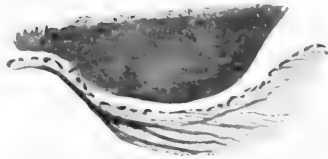
Die Vertreter der anderen Auffassung <sup>1)</sup> leugnen den zelligen Wert des Sarkolemmis in bezug auf die Muskelsubstanz. Nach ihnen



Gefärbt nach Woronin.



Gefärbt nach Traina.



Gefärbt nach Traina.



Gefärbt nach Woronin.

steht das Sarkolemm histochemisch sowohl wie genetisch in nahem Zusammenhang mit dem kollagenen Stützgewebe.

*Pappenheimer* erhielt durch eine Modifikation der Bielschows-

<sup>1)</sup> *A. M. Pappenheimer*, Über juvenile familiäre Muskelatrophie. Zugleich ein Beitrag zur normalen Histologie des Sarkolemmis. Zugleich Beitrag zur pathol. Anat. u. Path. 1908, Bd. 24, H. 3. — *Alex. Schmincke*, Die Regeneration der quergestreiften Muskelfasern bei den Sauropsiden. Zugleich Beitrag zur path. Anat. u. allg. Path. 1908, Bd. 43.

kyschen Methode folgendes Resultat: „Das Sarkolemm der normalen Muskelfasern ist nicht als eine strukturlose Membran zu betrachten. Aus dem interstitiellen Bindegewebe bilden sich in den späteren Monaten der embryonalen Entwicklung zarte, membranähnliche *Fibrillennetze*, welche die Muskelfasern umhüllen.“

Die Frage nach der Struktur des Sarkolemmes war somit noch nicht eindeutig entschieden und eine nochmalige Untersuchung gerechtfertigt.

Der Einheitlichkeit halber diente als Objekt der Untersuchungen in allen Fällen der Gastroknemius des Frosches.

Als Fixierungsflüssigkeiten wurden nach vielen Versuchen Sublimat und Formol gebraucht. Eine Mischung von Sublimat mit Eisessig erwies sich wegen der Maskierung der Bindegewebsfasern als unzweckmäßig. Das Material verblieb 24 Stunden in den fixierenden Flüssigkeiten, wurde danach ebenso lange in fließendem Wasser ausgewaschen und dann stufenweise in steigendem Alkohol übertragen. Die Einbettung erfolgte in Paraffin. Die Schnittdicke betrug durchschnittlich 5  $\mu$ .

Zur Färbung erwiesen sich zwei Bindegewebsfärbungen am geeignetsten:

1. Nach Woronin. (Man färbe die Schnitte in 1proz. Osmiumsäure — 10 Minuten oder länger —, behandle sie ebenso lange mit gesättigter Tanninlösung, übertrage sie auf etwa 20 Minuten in Osmiumsäure und wasche dann längere Zeit mit absolutem Alkohol.)
2. Nach Traina<sup>1)</sup>.

Außerdem wurde eine Anzahl Schnitte im Thermostaten bei einer Temperatur von 37° der Trypsinverdauung 24 Stunden lang ausgesetzt, bis die Muskelsubstanz verdaut war, und danach das äußerst gebrechliche Bindesubstanzgerüst nach Woronin gefärbt. Diese Methode ergab die eindeutigsten Resultate.

Es stellte sich bei der Untersuchung mit starker Vergrößerung

---

<sup>1)</sup> H. Traina, Eine neue und einfache Methode der Bindegewebsfärbung. Zentralblatt f. Allg. Pathol. 1909, Bd. 20, Nr. 23.



heraus, daß der schmale, scharf begrenzte Saum des Sarkolemmis um jede Muskelfaser auf dem Querschnitt nicht eine kontinuierliche Linie darstellt, sondern aus sehr vielen äußerst kleinen durch ganz kleine Zwischenräume getrennte Fasern besteht. Diese Fasern erscheinen teils in Form von Kommata, teils in zierlichen spirillenförmigen Windungen, öfter aber als kleine Punkte.

Immer aber sind die Abstände dieser Teilchen so gering, daß bei oberflächlicher Betrachtung leicht die Täuschung einer einheitlichen geschlossenen Linie hervorgerufen werden kann.

Die Erklärung dieser Beobachtung liegt in der Zusammensetzung des Sarkolemmis aus Fibrillen, und wir gewinnen an einer Stelle des Präparates, wo zufällig ein umgeschlagenes Stück des Sarkolemmis sich der Fläche nach der Beobachtung darbietet, den Beweis dafür.

Hier stellt sich das Sarkolemm als ein zartes Netz äußerst feiner Fibrillen dar, als ein Maschenwerk von ausgezeichneter Feinheit, niemals jedoch als eine homogene, strukturlose Membran.

Oft fällt durch die Färbung besonders deutlich eine zirkuläre Anordnung der Sarkolemmfibrillen um die Muskelfaser ins Auge. Die Ringfasern sind aber stets durch relativ gröbere und feinste Anastomosen zu einem dichtgefügteten Netz vereinigt.

Die ungleiche Anordnung der Maschen erklärt sich als notwendige Anpassung des Sarkolemmis an die zweidimensionale Massenverschiebung der Muskelfaser bei ihrer Bewegung.

Besteht das Netz größtenteils aus rundlichen, kreisförmigen oder sechseckigen Aussparungen, so befindet sich das Maschensystem in einer Art Gleichgewichtszustand, der wohl am ehesten dem Tonus der Muskelfasern in der Ruhe entspricht. Bei der Kontraktion des Muskels verschiebt sich auch das Maschenwerk des Sarkolemmis so, daß seine Aussparungen sich der Form von Vierecken nähern und infolge der stärkeren Fibrillen ein mehr oder weniger parallelfaseriger Charakter vorherrscht.

Die Fasern des Perimysium internum, welches die Gefäße trägt, gehen unmittelbar in das Fibrillengewebe des Sarkolemmis über.

Das Sarkolemm zeigt somit eine *fibrilläre Struktur*. Es ist ein direkter Bestandteil des Perimysium internum, welches, zwischen den

einzelnen Muskelfasern gelegen, sich allmählich in immer feinere Fasern aufsplittert und so schließlich jede Muskelfaser mit einem sehr engen, ungemein zartfaserigen Netz — dem Sarkolemm — umspinnt.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. S. Mollier, und Herrn Prosektor Dr. A. Böhm danke ich von Herzen für die Anregung und gütige Unterstützung zu dieser Arbeit.

---

Laboratorio di Patologia generale ed Istologia della R<sup>a</sup> Università di Pavia  
diretto dal Prof. C. Golgi.

## **Contributo allo studio della Fisiopatologia dell'apparato Tiro-paratiroideo.**

Per il  
**Dott. Celestino Gozzi,**  
assistente onorario.

(Con Tav. n. X e XI.)

Nell'intraprendere le mie ricerche sulla fisiopatologia dell'apparato tiro-paratiroideo, mi sono proposto di verificare se nell'animale da esperimento riuscivo a riprodurre quella sindrome morbosa che già da altri ricercatori era stata descritta come consecutiva alla paratiroidectomia totale e parziale, alla tiro-paratiroidectomia e alla tiroidectomia, e controllare se tale sintomatologia si ripeteva sempre nello stesso modo e se era possibile modificarla con qualche sussidio terapeutico.

Inoltre era mia intenzione di ricercare se poi, dopo questi vari atti operativi, si verificava qualche modificazione di struttura nei vari organi come già da altri era stato affermato.

Per esporre in modo chiaro e metodico quanto ho potuto osservare nelle mie ricerche, dirò prima in breve della singole esperienze, valendomi di prospetti riassuntivi, poscia illustrerò in modo sommario il quadro sintomatologico che ha conseguito ai vari atti operativi e le alterazioni di struttura che ho riscontrato nei varii organi e infine esporrò le conclusioni generali che mi sembra se ne possano dedurre.

*Paratiroidectomia*

Esp.	Animale	Operazione	Sintomatologia
1	cane bastardo	asportazione delle due paratiroidi di sinistra (est. e int.)	guarigione primaria della ferita: nessun sintoma morboso
2	cane bastardo (peso 12 Chgr.)	asportazione delle due paratiroidi esterne	idem idem
3	cane di 4—5 mesi di età (peso 4 Chgr.)	asportazione di due paratiroidi esterne e di due interne	guarigione primaria della ferita: sintomi di iperestesia intermittenti alla pianta dei piedi posteriori, nessun fatto distrofico o d'altra natura
4	cane di 5—6 mesi di età (peso 10 Chgr.)	asportazione delle due paratiroidi di destra	guarigione primaria della ferita: nessun sintoma morboso
5	cagna gravida (peso 7 Chgr.)	asportazione di due paratiroidi di sin. in I° tempo, della paratiroide esterna destra dopo 7 giorni	idem idem
6	cane di 15 giorni di età	asportazione delle due paratiroidi di destra coi 2 terzi superiori della gh. tiroide	idem idem
7	cagna bastarda (peso 4 Chgr.)	asportazione delle due paratiroidi di sinistra coi 2 terzi sup. della gh. tiroide	idem idem
8	cane bastardo (peso 8 Chgr.)	asportazione delle due paratiroidi esterne e dell'interna sinistra	idem idem

La *paratiroidectomia parziale* eseguita con la varietà di tecnica più addietro esposta e sopra animali in varie condizioni di vita (animali di età diversa, in periodo di allattamento o che avevano da poco cessato di allattare, in stato di gravidanza ecc. . .) non ha dato luogo, nei casi da me studiati, a turbe di sorta alcuna se si eccettuano lievi fatti di alterata sensibilità che ho constatato nell'esp. 4<sup>a</sup>. In essa, a periodi intermittenti, l'animale presentava fatti di iperestesia alla pianta dei piedi posteriori, tali da essere impossibilitato a camminare per il forte dolore che ne risentiva. Anche toccandogli solo leggermente la pianta dei piedi il cane si lamentava assai. Lo stesso fatto

*Parziale*

esito	reperto anatomico patologico
viene ucciso dopo 15 giorni	nessuna modificazione di struttura nei vari organi e nelle paratiroidi del lato opposto
viene operato dopo 15 giorni di paratiroidectomia totale	riscontrasi che le paratiroidi asportate con la 2 <sup>a</sup> operazione non hanno subito alcuna modificazione
viene ucciso dopo un mese	riscontrasi una paratiroide soprannumeraria ben sviluppata che non presenta alcuna modificazione nella sua struttura; inalterati sono pure i vari organi
viene operato dopo 10 giorni di paratiroidectomia totale	nessuna modificazione nelle paratiroidi asportate con la 2 <sup>a</sup> operazione
viene uccisa dopo un mese dalla 2 <sup>a</sup> operazione	qualche giorno dopo la 2 <sup>a</sup> operazione partorisce 5 cagnolini vivi e sani. All'autopsia nessuna modificazione nei vari organi e neppure nella paratiroide lasciata in sito
viene operato dopo 17 giorni di paratiroidectomia totale	nelle paratiroidi asportate nella 2 <sup>a</sup> operazione si riscontrano numerose cellule in cariocinesi come nelle paratiroidi asportate nella 1 <sup>a</sup> operazione
idem, dopo 15 giorni	l'a. aveva tralasciato da pochi giorni di allattare: nelle paratiroidi asportate con la 2 <sup>a</sup> operazione nessuna modificazione di struttura
idem, dopo 15 giorni	nessuna modificazione di struttura nelle paratiroidi asportate con la 2 <sup>a</sup> operazione

ho riscontrato nell'esp. 8<sup>a</sup> di paratiroidectomia totale (prospetto II), nella quale si è avuta la morte dell'animale dopo un periodo di tempo piuttosto lungo perchè era rimasto incluso nella tiroide un nodulo soprannumerario di cellule paratiroidi. Alcuni degli altri animali operati di paratiroidectomia parziale vennero uccisi in periodi di tempo diversi e all'autopsia non ho potuto constatare, all'esame dei vari organi, nessuna alterazione macro o microscopica. Anche nelle paratiroidi lasciate in sito, sulle quali principalmente ho portato la mia attenzione, non ho potuto riscontrare modificazioni istologiche degne di qualche accenno. In qualche caso le paratiroidi residue mi sono

apparso macroscopicamente alquanto più sviluppate di quelle già asportate oppure di quanto non le avessi osservate durante l'operazione, ma tali differenze difficilmente avrebbero potuto essere constatate in modo esatto anche con pesature scrupolose e metodiche, mentre d'altra parte le modificazioni istologiche sono apparse sempre minime o nulle. Talora le cellule del parenchima apparivano come rigonfie, a proto-

*Paratiroidectomia*

Esp.	Animale	Atto Operativo	Sintomatologia ed esito
1	cane bastardo (peso 12 chgr.)	asportazione delle due paratiroidi esterne; dopo 15 g. di quelle interne	Al 2° g. dopo la 2 <sup>a</sup> operazione l'A. rifiuta il cibo ed ha tremore diffuso; al 3° g. s'iniziano gli accessi di tetania (stato convulsivo con dispnea e tachicardia grave) che si presentano intensi e gravi: negli intervalli si ha rigidità del treno posteriore, tremore fibrillare diffuso, dispnea. Al 4° g. si ha la morte dell'A. Nelle urine non si riscontrò nè albumina nè zucchero
2	cagna bastarda (peso 8 chgr.) 3—4 mesi di età	asportazione delle due paratiroidi interne ed esterne con lesione minima dei due lobi tiroidei	Verso la fine del 2° g. s'inizia la stessa sintomatologia che nel caso precedente con morte dell'A. in 4° g. sotto un accesso di tetania per apnea. Nell'urina nè albumina nè zucchero
3	cane di 15 giorni di età	asportazione delle 2 paratiroidi destre coi 2 terzi superiori della tiroide; dopo 10 g. delle paratiroidi sin. pure coi 2 terzi del lobo tiroideo	Al 2° g. andatura incerta e barcollante; al 3° g. accessi di tetania non gravi ma frequenti che si continuano nei giorni seguenti finchè l'A. muore nella notte del 5° g. Nè albumina nè zucchero nell'urina
4	cane barbone (peso 15 chgr.)	asportazione in un sol tempo delle 4 paratiroidi con lesione minima dei lobi tiroidei	Già nel giorno successivo si ha andatura rigida e barcollante, tremore fibrillare diffuso, e contrattura spasmodica dei masseteri; sulla sera si hanno già accessi di tetania che si fanno molto frequenti e gravi così da condurre a morte l'A. entro le 48 ore. Assenza di albumina e di zucchero nell'urina
5	cane bastardo (peso 9 chgr.)	asportazione delle 4 paratiroidi insieme alle 2 metà superiori dei lobi tiroidei	Al 2° g. s'iniziano gli accessi di tetania frequenti e gravi fintantochè l'A. muore in 4° g.

plasma più abbondante che non quello delle cellule delle paratiroidi asportate, più chiaro, più finamente granuloso, ma non ho potuto mai vedere cariocinesi all'infuori che in qualche cagnolino di tenerissima età e anche in questi però non in numero superiore a quante ne ho osservato nelle sezioni delle paratiroidi asportate prima.

*totale*

---

Reperto anatomico patologico

*Macr.*: Cuore in diastole con lunghe filarie; fegato rimpiccolito, iperemico, con macchie giallastre sulla sua superficie e con vescichetta biliare fortemente distesa. Reni e milza iperemici. Intestini ripieni di feci; vescica piena d'urina. — *Micr.*: Fegato con numerosi embrioni di filaria e intensa degenerazione grassa e vacuolare del parenchima anche dove non vi sono embrioni di filaria. Reni fortemente iperemici.

*Macr.*: Fegato rimpiccolito con vescichetta rigonfia di bile. — *Micr.*: Fegato con lesioni gravissime del parenchima da gravi stravasi sanguigni perilobulari e intra-lobulari che modificano quasi completamente la struttura del lobulo senza però produrre lesioni cellulari molto profonde (limitata degenerazione grassa e vacuolare). Milza iperemica con accumuli di pigmento. Reni iperemici con lievi alterazioni dei tubuli contorti e infiltrazione grassa dei tubuli retti. Tiroidi fortemente iperemiche.

*Macr.*: Fegato, reni, milza e ipofisi fortemente congesti. — *Micr.*: Lesioni del fegato non molto gravi: predominano fatti sanguigni. Le cellule del parenchima presentano un certo grado di degenerazione grassa. Reni fortemente congesti.

*Macr.*: Fegato con larghe chiazze giallastre sulla superficie est. e di taglio, e con vescichetta fortemente distesa da bile. — *Micr.*: Fegato con lesioni gravissime del parenchima interessanti tutto il lobulo eccetto poche cellule attorno alla vena centrale (degenerazione vacuolare e disfacimento cellulare; manca degenerazione grassa) e con stravasi sanguigni perilobulari e sottocapsulari. Reni con forte iperemia glomerulare, infiltrazione grassa delle anse di Henle e dei tubuli contorti.

*Macr.*: Fegato noce-moscata, impiccolito, con vescichetta distesa da bile. — *Micr.*: Fegato con degenerazione grassa intensa di tutto il lobulo e con alterazioni cellulari che gradatamente conducono al disfacimento degli elementi. Stravasi sanguigni abbondanti; piccoli ammassi di sostanza pigmentale perilobulare. Milza congesta con stravasi e accumuli di pigmento. Reni congesti.

Esp.	Animale	Atto Operativo	Sintomatologia ed Esito
6	cane bastardo (peso 11 chgr.)	asportazione delle 4 paratiroidi con lesione minima dei lobi tiroidei	Al 3° g. compaiono fenomeni di tetania non gravi che si attenuano nei giorni successivi e scompaiono lasciando l'A. in uno stato soporoso, con grave deperimento organico e complicanze oculari: muore in 9° g. Nell'urina si hanno tracce di albumina, assenza di zucchero
7	cane bastardo (peso chgr. 8)	asportazione di 3 paratiroidi in primo tempo, della 4 <sup>a</sup> dopo 20 giorni insieme ai 2 terzi sup. della gh. tiroide destra	in 3° giorno compaiono fenomeni non gravi di tetania che perdurano circa 5 giorni, poi scompaiono lasciando paralisi del treno posteriore fino in 8° giornata che si dissolve anch'essa lasciando l'A. in uno stato soporoso con notevole dimagrimento e complicazioni oculari che conducono a panoftalmite; viene ucciso già in fine di vita in 16 <sup>a</sup> giornata. Peso dell'A. chgr. 5. Nell'urina tracce di albumina; assenza di zucchero
8	cagna bastarda (peso chgr. 4)	asportazione delle 2 paratiroidi di sinistra col $\frac{1}{3}$ sup. della tiroide; dopo 15 giorni di quella dell'altro lato lasciando integra la tiroide d.	al 3° g. si manifestano fenomeni morbosi non molto gravi (tremore fibrillare, rigidità degli arti principalmente a destra) che si accentuano al 4° g. Ma poi al 5° g. si dileguano lasciando peraltro per qualche giorno senso di viva dolorabilità alla pianta dei piedi anteriori. Segue poi ulcera corneale, poi panoftalmite. Dopo un periodo di sopore quasi comatoso l'A. muore in 23° g. Nell'urina si hanno tracce d'albumina e assenza di zucchero
9	cagna bastarda (peso chgr. 14) che ha partorito da circa un mese e allatta ancora 3 cagnolini	asportazione in un sol tempo delle 4 paratiroidi con lesione minima dei due lobi tiroidei	al 3° giorno s'iniziano fenomeni di tetania piuttosto gravi. Allora somministro col cibo 15 gr. di gelatina e i fenomeni morbosi si dileguano; ma dopo 3 g., cessando di somministrare gelatina, in 10° g., riprendono gravissimi. Somministro per due g. veratro verde e i fenomeni morbosi scompaiono nuovamente per ricomparire poi in 17° g. così gravi da condurre a morte il cane in poche ore
10	cagna da caccia (peso chgr. 9), che ha	idem	già in 2° g. si hanno fenomeni di tetania grave con dispnea (58 atti respiratori al 1') e tachicardia intensa (180 battiti cardiaci al 1'). Somministrando XX gocce



## Reperto anatomico patologico

*Macr.*: Fegato, reni, milza fortemente congesti. — *Micr.*: Fegato con lesioni parenchimali discretamente gravi; si notano embrioni di filaria e attorno ad essi le lesioni cellulari sono più gravi che altrove. Si ha degenerazione grassa perilobulare, vasodilatazione intensa, notevole ipertrofia del connettivo inter e intra-lobulare. Reni con infiltrazione grassa abbondante delle anse di Henle e dei tubuli contorti, e sparsi quà e là piccoli ammassi di sostanza pigmentale. In una tiroide si riscontrano poche cellule paratiroidi lasciate nel punto dove trovavasi una delle paratiroidi asportate.

*Macr.*: Volume del fegato alquanto diminuito, con macchie giallastre sparse qua e là e più o meno estese sulla superficie e al taglio. Reni e milza intensamente congesti. — *Micr.*: Piccolo aggruppamento di cellule paratiroidi nel centro del lobo tiroideo sin. di aspetto normale. Nel fegato alterazioni gravissime: degenerazione vacuolare e torbida intensa con disfacimento delle cellule perilobulari e quivi piccoli ammassi di sostanza pigmentale (manca degenerazione grassa). Reni e milza iperemici.

*Macr.*: Tiroidi alquanto rimpicciolite; fegato congesto con vescichetta fortemente distesa da bile. Intestini pieni di feci; vescica piena d'urina; reni congesti. — *Micr.*: Nel fegato lesioni gravissime a carico principalmente del sistema sanguigno, mentre il parenchima è poco alterato (non grave degenerazione grassa). Piccola paratiroide soprannumeraria di poche cellule nell'interno della tiroide.

*Macr.*: Fegato alquanto impiccolito, bruno scuro da stasi sanguigna, con vescichetta biliare rigonfia e tesa. Stomaco e intestini distesi da feci ristagnanti. Reni iperemici. — *Micr.*: Fegato con lesioni gravissime del parenchima e dei vasi sanguigni. Reni congesti e con lievi fatti di glomerulite; infiltrazione grassa delle anse di Henle e tubuli contorti.

*Macr.*: Fegato alquanto rimpiccolito con macchie giallastre sulla sua superficie e vescichetta biliare fortemente distesa. — *Micr.*: Fatti degenerativi gravi del parenchima epatico con distruzione parziale del lobulo e con vasti e numerosi spandimenti sanguigni.

Esp.	Animale	Atto Operativo	Sintomatologia ed esito
	partorito da 27 g. e che allatta ancora 1 cagnolino		di veratro verde prima, poi 15 gr. di gelatina al giorno, i fenomeni si attenuano e scompaiono interamente. Per nutrire l'A. talora devo somministrare latte con la sonda gastrica: questo intervento talora provoca accessi di tetania. In 9° g. sospendo la somministrazione del veratro e della gelatina, ma in 10° e 11° g. si presentano gravissimi e frequenti accessi di tetania e l'A. muore in 11° g. Nelle urine non si riscontra nè albumina nè zucchero
11	cagna di 5—6 mesi di età (peso chgr. 10)	asportazione delle 2 paratiroidi destre in 1° tempo e dopo 10 g. di quelle di sinistra (le tiroidi sono molto grosse)	al 3° g. si ha tremore fibrillare diffuso, anoressia, lamenti continui; paralisi del treno posteriore, al 4° g. e al 5° veri accessi di tetania con dispnea e tachicardia gravissima. Somministro XX gocce di veratro verde e il giorno dopo sono scomparsi gli accessi di tetania e la paralisi del treno posteriore. Ai cibi unisco 15 gr. di gelatina pro die e tutti i sintomi si dileguano. Dopo 16 g. somministro carne sospendendo la gelatina e il veratro verde, ma si ripresentano gravi sintomi di tetania che di nuovo scompaiono con veratro verde dapprima, poi con latte e gelatina. Ogni tanto l'A. è preso da vomiti. I sintomi di tetania si ripresentano altre 2 volte quando vien sospesa la somministrazione del veratro e della gelatina. In 40° g. metto l'A. a dieta carnea senza ipotensivi e l'A. muore in 45° g. di tetania. Tracce di albumina nell'urina. Peso dell'A. 8 chgr.
12	cane bastardo (peso 7 chgr.)	asportazione delle 4 paratiroidi con lesione minima del lobo tiroidico destro e asportazione dei 2 terzi sup. del sinistro	già dopo 24 ore si hanno lievi accessi di tetania che vanno poi a mano aggravandosi. Somministrando per 3 g. XL gocce di veratro verde questi fenomeni scompaiono per lasciar posto a uno stato soporoso. L'A. subisce grave deperimento e muore in stato di profonda cachessia (peso chgr. 5) dopo 21 giorni. Nelle urine nè albumina nè zucchero

## Reperto anatomico patologico

*Macr.*: Fegato rimpiccolito, con macchie giallastre sulla superficie est. e di taglio: vescichetta piena di bile densa. Esofago e stomaco enormemente dilatati; intestini pieni di feci ristagnanti. Reni, pancreas, milza iperemici; tiroide impiccolite; ipofisi più grossa che di norma. — *Micr.*: Fegato con lesioni gravissime: solo poche cellule attorno alla vena centrale del lobulo hanno aspetto pressochè normale essendo le altre più o meno colpite da degenerazione grassa e vacuolare o anche in vero disfacimento. Si hanno pure gravi emorragie e depositi di ammassi di pigmento. Milza iperemica con emorragie sparse quà e là e depositi pigmento. Pancreas con zone di degenerazione gialla. Reni ipermici, con lievi fatti di sfaldamento dei tubuli contorti e infiltrazione grassa delle anse di Henle. Ipofisi con aumento di sostanza colloide e modificazioni delle cellule del parenchima. Tiroide con lieve riduzione della colloide dei follicoli.

*Macr.*: Fegato, reni, milza iperemici. *Micr.*: Lesioni del fegato discretamente gravi (degenerazione grassa, torbida e vacuolare della porzione periferica del lobulo: nulla al connettivo). Reni e milza fortemente iperemici.

Esp.	Animale	Atto Operativo	Sintomatologia ed esito
13	cane barbone (peso 11 chgr.)	asportazione delle 4 paratiroidi con lesione minima dei lobi tiroidei	al 3° g. s'iniziano gli accessi di tetania gravi: questi si attenuano dietro la somministrazione di veratro verde prima, poi gelatina nei giorni successivi. In 10° g. sospendo la gelatina; l'A. resta in uno stato soporoso e muore in 14° g. Nelle urine tracce d'albumina; assenza di zucchero
14	cane bastardo (peso 15 chgr.)	asportazione delle 4 paratiroidi e del terzo sup. del lobo tiroideo destro	al 2° g. tremore fibrillare diffuso e contrattura spastica degli arti post.; al 3° g. gravi accessi di tetania e negli intervalli paralisi del treno post. Questi fatti scompaiono dietro somministrazione giornaliera di 15 gr. di gelatina insieme coi cibi. All' 8° g. sospendo la gelatina, ma poichè subito ricompaiono turbe paratireoprive ne riprendo la somministrazione fino in 15° g. Compaiono allora gravi fatti distrofici, ulcera corneale, e l'A. muore per cachessia in 18° g. (peso chgr. 12). Nelle urine nè albumina nè zucchero

La *paratiroidectomia totale* è stata sempre seguita da turbe assai gravi e da morte dell'A. in un periodo di tempo variabile a seconda degli animali e del trattamento postoperativo. Ho annoverato fra gli animali operati di paratiroidectomia totale quelli nei quali si è avuta la morte del cane in un certo periodo di tempo variabile a seconda dei casi. Ho sempre esaminato se fossero esistite paratiroidi accessorie con sezioni in serie dei lobi tiroidei lasciati in sito e di tutti quei noduli macroscopicamente sospetti che ogni volta raccoglievo all'autopsia con un'accurata ricerca anatomica praticata in tutta la regione del collo. Per poter esser sicuro di aver asportate tutte le paratiroidi, in tutti quei casi in cui le ghiandolette non si presentavano ben visibili e isolabili in modo facile, ho asportato contemporaneamente il terzo sup. di uno o di entrambi i lobi tiroidei, avendomi precedenti ricerche anatomiche dimostrato che in essi si può incontrare con relativa frequenza qualche nodulo di cellule paratiroidi accessorie. Il decorso postoperativo in questi animali è stato lo stesso

## Reperto anatomico patologico

*Macr.*: Fegato fortemente iperemico e rimpiccolito; reni e milza pure iperemici.

*Micr.*: Fegato con lesioni parenchimali non molto gravi e con emorragie perilobulari abbastanza pronunciate. La degenerazione grassa è molto pronunciata. Reni iperemici con infiltrazione grassa delle anse di Henle. Milza iperemica. Ipofisi con modificazioni del parenchima ghiandolare.

*Macr.*: Fegato iperemico, rimpiccolito, con macchie giallastre sulla sua superficie est. e di taglio; reni milza ed ipofisi iperemici. — *Micr.*: Fegato gravemente alterato da alterazioni parenchimali e dei vasi sanguigni: degenerazione grassa e vacuolare estesa ed emorragie perilobulari abbondanti. Reni con lievi fatti di glomerulite e infiltrazione grassa delle anse di Henle. Milza iperemica con piccoli focolai di emorragia. Ipofisi con modificazioni del parenchima ghiandolare e aumento di sostanza colloide.

di quello dei cani nei quali ho asportato in modo sicuro tutte le ghiandole paratiroidi lasciando i lobi tiroidei pressochè intatti. Ciò nondimeno in tre cani, nei quali avevo lasciato i lobi tiroidei integri, asportando solo le 4 paratiroidi, ho riscontrato la presenza di aggrupamenti accessori di cellule paratiroidi, i quali, per la loro piccolezza, non hanno potuto supplire alla funzione delle ghiandole asportate, ma hanno valso a modificare il quadro sindromico che suole portare a morte gli animali sparatiroidati.

Gli animali nei quali vennero asportate in modo sicuro tutte le gh. paratiroidi, lasciando intatti i lobi tiroidei o anche asportandone il terzo superiore, sono morti sempre in un periodo di tempo oscillante fra i due e i cinque giorni. La sintomatologia presentata da questi animali è stata quella comunemente descritta: infatti verso il 2°—3° g. dall'operazione sono comparse turbe caratterizzate da anoressia, tremore fibrillare diffuso, andatura spastica e barcollante, trisma, ecc. . . .; a volte è comparsa, in luogo della contrattura, paralisi del treno pos-

teriore e sempre si sono manifestati degli accessi di tetania. Questi accessi duravano da pochi secondi ad 1—2 minuti e si ripetevano più o meno frequenti a seconda dei cani. Durante l'accesso di tetania gli animali giacevano a terra con tutto il corpo irrigidito, scosso da contratture tonico-cloniche degli arti. La dispnea intensissima era caratterizzata dal succedersi di 15—20 atti respiratori frequentissimi, poi da un periodo di apnea, indi di nuovo 15—20 atti respiratori assai frequenti, ecc. . . . Il cuore presentava un battito così accelerato che talora non riusciva possibile contarne le pulsazioni. La temperatura del corpo era in qualche caso aumentata, durante i primi accessi di tetania, subnormale invece all'avvicinarsi della morte dell'animale. Agli accessi di tetania seguiva uno stato di profondo abbattimento, durante il quale gli animali giacevano a terra inerti, pressochè immobili. Spesso sul termine dell'accesso o subito dopo si aveva emissione di urina nella quale assai raramente si è riscontrata la presenza di tracce di albumina; mai si è avuta la presenza di zucchero. All'esame microscopico del sedimento non si riscontrarono mai nè cellule renali, nè cilindri. La morte sopraggiungeva per lo più durante un accesso di tetania.

Negli animali nei quali, asportate le 4 paratiroidi, rimasero inclusi nell'interno dei lobi tiroidei dei piccoli noduli soprannumerarii di tessuto paratiroideo o la morte non avvenne affatto (Esp. 3ª = *Paratir. parz.*), oppure, se i noduli paratiroidi erano così piccoli da non essere sufficienti a supplire funzionalmente le ghiandole asportate, la morte sopraggiunse preceduta da un quadro sindromico ben diverso da quello sopra descritto. Infatti tutti i sintomi morbosi si sono presentati più tardivi e meno intensi e gli accessi di tetania o non si manifestarono affatto, oppure si sono mostrati assai attenuati e rari e sono scomparsi dopo i primi giorni, di modo che gli animali poterono superarli e sopravvivere un maggiore periodo di tempo. Nelle esp. 6ª—7ª—8ª (*Parat. Tot.*) la morte avvenne solo dopo 9—16—23 giorni e passato il primo periodo dopo l'operazione, durante il quale si presentarono accessi di tetania non gravi e poco frequenti, gli animali stettero sempre in uno stato soporoso, di completa apatia, nutrendosi assai scarsamente e presentando lesioni oculari (ulcera corneale che si è complicata

fino a panoftalmite); morirono in uno stato di profondo deperimento organico dopo qualche giorno di vero coma. Anche in questi casi le urine non hanno mai dato reperto di albumina oppure questa era solo in scarse tracce; lo zucchero è stato sempre assente e all'esame microscopico non si riscontrarono nè cellule renali nè cilindri.

\*                      \*

Se dopo la paratiroidectomia totale si interviene o prima o durante gli accessi di tetania in modo da aiutare gli animali a superare tali crisi, si può ottenere una sindrome che si rassomiglia molto a quella ora ora descritta. Tenendo conto che l'azione della paratiroidina e quella dei vari mezzi sperimentati al fine di prolungare la vita o salvare da morte gli animali operati di paratiroidectomia (salasso, trasfusione di sangue, bagno caldo, cloronarcosi, tiroidectomia, somministrazione di nitrato potassico, ecc. . . .) si svolge provocando un notevole abbassamento della pressione sanguigna e tenendo inoltre presente che alcuni sintomi e altresì apposite ricerche di altri ricercatori stabiliscono che alla paratiroidectomia consegue ipertensione, ho pensato di poter prolungare la vita degli animali sparatiroidati somministrando il veratro verde oppure la gelatina per via orale. E perciò mi sono servito di queste sostanze, che facevo ingerire ora durante gli accessi di tetania, ora regolarmente ogni giorno per un certo periodo. In questo modo ho ottenuto costantemente l'attenuazione o la scomparsa dei fenomeni morbosi più gravi ed il prolungamento della vita degli animali. Tutti quelli infatti, che furono trattati in questo modo, sopravvissero all'operazione un periodo di tempo abbastanza lungo che raggiunse perfino i 45 giorni. Di essi alcuni soccomberono quando, per la cessata somministrazione del farmaco, sopravvennero nuovi e gravi accessi di tetania (esp. 9<sup>a</sup> — 10<sup>a</sup> — 11<sup>a</sup> *Parat. Tot.*) oppure quando raggiunsero un grado così profondo di cachessia da non poter sopravvivere più a lungo (esp. 12<sup>a</sup>) o infine quando alterazioni di trofismo provocarono l'insorgenza di altre malattie (ulcera corneale complicantesi fino a panoftalmite) (esp. 13<sup>a</sup> — 14<sup>a</sup>). Dall'esame dei singoli casi risulta in modo evidente che la gelatina ed il veratro verde, somministrati per via orale, possono sospendere o rendere assai meno gravi

gli accessi di tetania e prolungare sensibilmente la sopravvivenza degli animali all'atto operativo. Soprattutto istruttive a questo riguardo sono le esp. 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> di *Parat. Tot.* nelle quali la somministrazione del veratro verde e della gelatina, ripetutamente, ha valso a far cessare gli accessi di tetania che ricomparivano appena ne veniva sospeso l'uso. In qualche caso gli accessi di tetania non sono più ricomparsi anche cessando di somministrare il veratro verde e la gelatina e gli animali sono caduti in uno stato di assoluta apatia, di sonnolenza, quasi di coma che ha perdurato fino alla morte. Le frequenti alterazioni oculari, i fatti non rari di iperestesia degli arti e in parte la stessa anoressia credo siano da mettersi in rapporto con alterazioni nervose della sfera sensitiva le quali provocano alterazioni neurotrofiche e alterazioni della sensibilità generale con ipereccitabilità e dolorabilità abnorme. In alcuni animali, che ho nutrito per qualche tempo con l'introduzione dei cibi nello stomaco per mezzo della sonda gastrica, ho potuto notare che spesso l'atto meccanico di questo processo era sufficiente a destare per riflesso accessi di tetania anche quando già da qualche tempo questi erano rimasti assenti.

Il *quadro anatomico patologico* che ho riscontrato all'autopsia degli animali morti per paratiroidectomia totale appare abbastanza costante e caratteristico sia nelle sue note macro che microscopiche.

All'esame *macroscopico* le lesioni più caratteristiche si presentano a carico del fegato. Il volume totale della ghiandola è quasi sempre diminuito, in grado più o meno manifesto; la vescichetta biliare è sempre enormemente turgida, ripiena di bile densa, intensamente colorata. Il colorito del fegato è d'un rosso intenso per forte iperemia; peraltro qua e là s'incontrano zone giallastre più o meno manifeste e più o meno estese; la superficie di taglio ha un colorito rosso brunastro intenso sul quale spiccano zone giallastre sparse qua e là in modo irregolare, talora assume l'aspetto del fegato color noce moscata. Negli altri organi (milza, reni, pancreas, capsule surrenali, tiroidi ed ipofisi) si riscontra quasi sempre iperemia ben manifesta. Nei reni si hanno talora segni di degenerazione grassa con differenziazione ben evidente fra sostanza corticale e midollare. Lo stomaco è spesso dilatato, ta-



lora ripieno di liquido giallo verdastro; gli intestini sono ripieni di residui alimentari ingeriti anche prima della paratiroidectomia. La vescica urinaria pure, nel maggior numero dei casi, è abnormemente distesa da una forte quantità di urina e ciò in contrasto con quella scarsa quantità che gli animali ne eliminano giornalmente.

*All'esame microscopico* ho riscontrato in parecchi dei varii organi presi in esame, lesioni degne di menzione e più estese e più gravi di quanto non si potesse desumere dal reperto macroscopico più sopra esposto.

Nel *fegato* si sono riscontrate anche microscopicamente le lesioni più gravi e più caratteristiche, sia per la loro costanza che per il loro modo di presentarsi. Tali lesioni interessano in prevalenza in alcuni casi i vasi sanguigni del fegato, in altri gli elementi parenchimali nei quali si svolgono processi degenerativi più o meno accentuati e di varia natura come dirò più innanzi e tali, in taluni punti, da condurre fino al completo disfacimento delle cellule epatiche. Peraltro fra questi vari tipi di lesioni del fegato non vi è una distinzione ben netta: per gradi si passa dai casi nei quali prevalgono le lesioni vasali a quelli in cui prevalgono i processi degenerativi del parenchima, dai casi in cui le une e le altre lesioni sono meno gravi a quelli in cui si presentano gravissime così da far apparire come distrutta la massima parte dei singoli lobuli epatici.

Come ho accennato le lesioni dei vasi sanguigni possono avere un grado di intensità diverso a seconda degli animali e possono presentarsi con caratteri particolari. Fatti di vasodilatazione intensa perilobulare ed intralobulare, con qua e là piccoli focolai di soffiuzione emorragica si osservano sempre; ma talora, come dissi, i fatti vasali sono molto manifesti e prevalgono sui fatti degenerativi parenchimali che non sono gravi. Così in taluni casi i capillari sanguigni sono tanto fortemente dilatati che il lobulo epatico assume un aspetto speciale: dalla vena centrale si irradiano come tante strie alternantesi di cellule epatiche abbastanza ben conservate e di globuli rossi stipati fra di loro. Verso la periferia del lobulo si notano poi spandimenti sanguigni di maggiore entità che costituiscono come tanti piccoli focoli-

lai emorragici. Tale reperto ho riscontrato in vari animali, ma principalmente manifesto nelle esp. 3<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup>. La tavola N. I dimostra un caso (esp. 8<sup>a</sup>) nel quale questi fatti vasali hanno assunto un carattere ancor più intenso e più grave. Più che fatti di semplice vasodilatazione diffusa dei capillari si notano veri spandimenti sanguigni che hanno invaso tutto quanto il fegato così da togliere ai singoli lobuli il loro aspetto caratteristico. Infatti tutte le cellule sono isolate o ad una ad una o in piccoli gruppi di due o tre fra gli elementi del sangue che stanno tutto attorno; esse hanno conservato ancora la loro struttura pressochè normale e cioè, pur avendo perduta la loro forma caratteristica, poliedrica, per assumere quella rotondeggiante, non hanno subito, da quanto si può rilevare, processi degenerativi di grave entità.

Altro aspetto del tutto speciale assumono le lesioni vasali quando si presentano in prevalenza a focolaio, cioè sotto forma di emorragie che si localizzano in principal modo alla periferia dei singoli lobuli. Tali focolai contribuiscono a determinare processi degenerativi degli elementi del parenchima epatico che rimangono in esso compresi, ma non ne sono la sola causa poichè cellule alterate s'incontrano anche in punti del fegato nei quali non esiste affatto emorragia. Questo tipo di lesione dei vasi sanguigni del fegato è il più frequente e assume caratteri di entità abbastanza grave nelle esp. 2<sup>a</sup> (vedi fig. 2), 5<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>. I focolai di emorragia sono più estesi e più frequenti a seconda dei casi e dei punti presi in esame, si distribuiscono in principal modo, come ho accennato, alla periferia del lobulo che invadono ora più ora meno, ed hanno sempre maggior estensione fra i lobuli situati subito sotto la capsula epatica. Nella esp. 2<sup>a</sup> e più ancora nella 5<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> il fegato presenta altresì gravissime lesioni parenchimali con i caratteri che più innanzi esporrò per esteso.

Le lesioni a carico delle cellule epatiche assumono talora, come ho detto, un grado di entità tale da prevalere su quelle vasali che divengono al paragone del tutto trascurabili. Le lesioni cellulari pur variando per grado da cane a cane, mantengono tuttavia dei caratteri abbastanza costanti e comuni. Esse colpiscono principalmente il protoplasma e consistono in processi degenerativi di varia natura che in

taluni animali, in zone limitate dei singoli lobuli, conducono altresì a lesioni del nucleo o anche a completo disfacimento delle cellule epatiche.

La lesione che si incontra il maggior numero di volte e che spesso si presenta molto grave, sia per l'estensione che prende nei singoli lobuli, che per l'intensità con la quale colpisce le singole cellule epatiche, è la degenerazione grassa. Questa si riscontra sempre costante eccetto che nelle esperienze 4<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup>, nelle quali, pur riscontrandosi gravi lesioni cellulari, non è stato possibile mettere in evidenza la presenza di grasso con nessuno dei vari espedienti di tecnica istologica usati. Nelle esp. 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ed in grado ancor minore nell'8<sup>a</sup> solo poche cellule epatiche perilobulari presentano goccioline di grasso in quantità di poco superiore a quanto si suole spesso riscontrare nel fegato di animali normali. Negli altri casi tutti, come ho detto, il processo di degenerazione grassa è sempre molto esteso: qualche volta poi così grave che quasi tutto il lobulo epatico ne è profondamente colpito. Il processo di degenerazione grassa si inizia alla periferia del lobulo epatico e si estende più o meno verso la vena centrale che talora viene quasi raggiunta. La dimostrazione del grasso venne fatta colorando le sezioni di pezzi fissati semplicemente in formalina 8<sup>o</sup>, con Sudan III o col rosso scarlatto, oppure fissando i pezzi in liquidi osmici (preferibilmente liq. di Flemming). E così mentre la degenerazione grassa non apparve molto grave nell'esp. 6<sup>a</sup>, si manifestò profonda nelle esp. 1<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup>, e gravissima poi nelle esp. 5<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup>, 13<sup>a</sup>. In queste ultime le goccioline di grasso colorate appaiono così abbondanti, che, principalmente se si sono usati liquidi osmici, le cellule epatiche ne restano completamente mascherate e tutta la periferia del lobulo appare come un ammasso di gocce di grasso più o meno grosse, confluenti e sovrappoventesi le une alle altre. Nei cani nei quali la degenerazione grassa non è così intensa, oppure nei punti dei singoli lobuli che non sono così profondamente colpiti, si vedono tutte le cellule epatiche ripiene di numerose goccioline di grasso, alcune piccole, altre più grosse che invadono tutto il protoplasma mentre il nucleo rimane ancora discretamente ben conservato (fig. 8). Talora poi il grasso manca alla periferia del lobulo perchè quivi le cellule

epatiche sono andate incontro a più gravi processi degenerativi fino a raggiungere il completo disfacimento. Allora fra le cellule disgregate o molto profondamente alterate si riscontrano rare e grosse goccioline di grasso. Così nella esp. 11<sup>a</sup> (fig. 9) che dimostra il disfacimento del parenchima perilobulare e gravissima degenerazione grassa, tale che solo rarissime cellule attorno alla vena centrale del lobulo non ne sono colpite o almeno contengono solo scarse e piccole goccioline di grasso. Nelle sezioni di pezzi raccolti all'autopsia degli stessi animali e fissati in liquido di Zenker o sublimato acetico o alcool acetico e quindi inclusi, previo passaggio nella serie degli alcool, in paraffina, le cellule epatiche si presentano tutte ripiene di numerosi vacuoli di varia dimensione, così che tutto il protoplasma cellulare appare come sostituito da questi vacuoli disposti tutto all'intorno del nucleo, che, anche in elementi profondamente alterati, resta spesso ben conservato mentre la membrana cellulare segna il limite delle singole cellule (fig. 2).

Oltre al processo di degenerazione grassa in parecchi casi, anzi nella maggior parte, si svolge anche concomitante un processo di degenerazione vacuolare. In preparati di pezzi fissati con i soliti metodi di tecnica si notano spesso nelle cellule epatiche vacuoli molto più numerosi delle goccioline di grasso che potevano essere dimostrate sia col sudan III che con liquidi osmici e anche in punti nei quali con questi metodi di tecnica di grasso non se ne riscontrava affatto. Del pari negli animali nei quali non si è potuto mettere in evidenza, con le colorazioni specifiche, nessuna traccia di grasso, sia in sezioni di pezzi fissati in formalina e tagliati al congelatore, sia su sezioni colorate coi soliti metodi (esp. 4<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup>), appaiono nelle cellule numerosi vacuoli piccolissimi, quasi tutti della stessa dimensione, che occupano buona parte del protoplasma di un esteso numero di cellule epatiche.

Assai meno estesa è la degenerazione torbida che si presenta in principal modo nelle cellule che già sono andate incontro, almeno parzialmente, ai due processi degenerativi sopracitati. Il protoplasma delle cellule epatiche si fa torbido dapprima, rigonfio, poi omogeneo, finchè rapidamente tutto l'elemento cade in disfacimento, in vera dis-

gregazione, oppure si rimpiccolisce, perde le sue caratteristiche cellulari e si riduce ad un ammasso amorfo, contenente talora blocchetti di sostanza pigmentale (fig. 4) e residui nucleari.

I processi regresivi interessano anche il nucleo delle cellule epatiche, ma in modo facile a rilevarsi solo nelle ultime fasi del processo degenerativo cellulare. Si hanno dapprima fatti di semplice pienosi, di deformazione o rigonfiamento del nucleo, al quale possono seguire anche processi di cariolisi e carioressi diffusi ed intensi.

In parecchi casi alla periferia del lobulo si riscontra della sostanza pigmentale riunita in ammassi più o meno grossi fino a raggiungere le dimensioni di una cellula epatica. Il fatto è molto evidente principalmente nella esp. 7<sup>a</sup> (fig. 3<sup>a</sup>) le masse pigmentali si presentano come amorfe, con colorito bruno giallastro e sempre con gli stessi caratteri tanto in preparati ottenuti da pezzi freschi al microtomo congelatore, che, da pezzi fissati e colorati con i varii metodi di tecnica istologica.

A tutte queste gravi lesioni cellulari si accompagnano sempre lesioni dei vasi sanguigni. Così nelle esp. 1<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup>, 13<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup> (fig. 4, 3, 8, 9) le lesioni dei vasi sanguigni non sono gravi o anche talora del tutto trascurabili, tuttavia notasi anche allora intensa vasodilatazione, in principal modo a carico dei capillari perilobulari.

Anche i capillari biliari si mostrano intensamente dilatati, forse per il ristagno di bile che deve prodursi sempre, come si può dedurre dalla costante, intensa replezione della vescichetta biliare.

Il connettivo perilobulare ed intralobulare non presenta mai profonde alterazioni: talora nelle zone più alterate, dove si ha distruzione delle cellule epatiche, in preparati colorati col metodo di von Gieson, si vedono sottili fibrille connettive normali che restano a delimitare il posto occupato dalle cellule epatiche distrutte o in via di distruzione.

Nella *milza* si riscontrano spesso alterazioni, ma queste non assumono mai caratteri di entità molto imponenti: si riscontrano talora piccoli focolai emorragici sparsi qua e là nella polpa, talora piccoli ammassi di sostanza pigmentale più o meno abbondanti. Queste pic-

cole zolle di sostanza pigmentale appaiono in principal modo quando si riscontrano anche nel fegato e si presentano con quegli stessi caratteri ai quali ho sopra accennato (fig. 5 esp. 2).

Il connettivo e la capsula splenica non mostrano alcuna modificazione degna di speciale menzione: il loro sviluppo maggiore o minore a seconda degli animali è più in rapporto a differenze individuali che ad alterazioni consecutive alla paratiroidectomia che è stata praticata.

Nel *pancreas* non si riscontrano mai lesioni degne di speciale menzione nè a carico delle cellule pancreatiche nè degli isolotti di Langherans. Solo in un animale, una zona ben limitata del pancreas presentava gli acini come rigonfi, con cellule di aspetto albuminoso, protoplasma chiaro, nucleo fortemente schiacciato contro la periferia. Ma questo reperto riscontrato una sola volta non può assumere l'importanza di lesioni consecutive a paratiroidectomia.

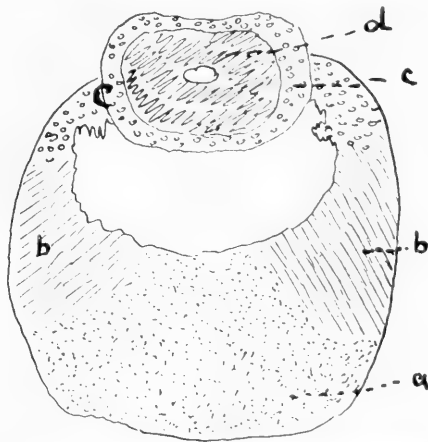
Nei *reni* si riscontrano spesso lesioni a carico del parenchima e del sistema vasale sanguigno, ma queste non sono mai nè molto gravi, nè molto estese. Si nota spesso vasodilatazione capillare diffusa ed i glomeruli si presentano per lo più fortemente distesi da sangue in essi ammassato. Le cellule delle anse di Henle si presentano costantemente infiltrate da una forte quantità di grasso, ma questo fatto è dimostrato come normale nei cani, in principal modo quando hanno vissuto per un certo periodo rinchiusi nelle gabbie o nelle camere di laboratorio. Goccioline di grasso si notano pure abbastanza numerose nelle cellule di taluni tubuli contorti. Qualche tubulo contorto presenta pure rari elementi staccati, sfaldati ed alterazioni dell'apparato a spazzola. In un cane poi si è notata altresì degenerazione pigmentale; cioè dei piccoli globetti di sostanza pigmentale, con gli stessi caratteri di quelli che in maggior copia si riscontravano nel fegato, erano raccolti nelle cellule dei tubuli contorti e delle anse di Henle.

Nelle *capsule surrenali* non si riscontrano modificazioni degne di nota nè a carico delle cellule della sostanza corticale nè di quella

midollare. Solo si ha, in tutti gli animali, una forte iperemia di tutto l'organo.

Nessuna grave modificazione di struttura si riscontra nelle *ghiandole tiroidee* lasciate in sito, sia integre, che parzialmente asportate. Solo in qualche caso le ghiandole come presentavano diminuzione macroscopica del loro volume, così mostravano riduzione della sostanza colloide nei follicoli. Peraltro questo reperto non è sempre facilmente rilevabile data la grande variabilità individuale del contenuto di col-loide nei follicoli e non ho potuto accertarlo che in qualche caso in cui, avendo asportato con le paratiroidi anche un tratto di ghiandola tiroide, era possibile fare un confronto esatto. Però tali modificazioni anche quando esistono sono molto lievi, più in rapporto alla maggiore o minore quantità di sostanza colloide che a modificazioni della struttura generale della ghiandola o delle singole cellule tiroidee.

Nella parte *ghiandolare dell'ipofisi* si notano in ogni caso modificazioni di struttura abbastanza notevoli e costanti sia negli animali morti poco tempo dopo la sofferta paratiroidectomia che in quelli che hanno sopravvissuto per un più lungo periodo. Anche in cani morti pochi giorni dopo la paratiroidectomia si nota un grande aumento, rispetto alla norma, delle cellule cromofile. In una sezione trasversale dell'ipofisi, comprendente la parte ghiandolare propriamente detta e la parte nervosa, le cellule cromofile si presentano così numerose da rappresentare i due terzi, i tre quarti di tutti gli elementi ghiando-



Sezione schematica trasversale dell'ipofisi nella sua parte mediana.

- |       |                            |                       |
|-------|----------------------------|-----------------------|
| a =   | zona con cellule cromofile | numerose              |
| b =   | " " "                      | scarsissime           |
| c = { | " " "                      | nulle                 |
|       | " " "                      | vescicole colloidea   |
| e =   | " " "                      | nervosa dell'ipofisi. |

lari e si distribuiscono in principal modo nella porzione posteriore della ghiandola. In una sezione trasversale, orizzontale dell'ipofisi, circa alla sua metà, la porzione ghiandolare ha forma semilunare, con le sue estremità appuntite che vanno ad unirsi al lobo nervoso che ha forma rotondeggiante ed è pure circondato da una benderella di tessuto con aspetto ghiandolare: Nella zona in cui queste due porzioni dell'ipofisi vanno ad unirsi, le cellule cromofile vanno a mano a mano scomparendo, finchè nella benderella ghiandolare, che diremo perinervosa, non se ne incontrano affatto. Quivi invece ho notato un aumento del numero e delle dimensioni di quelle speciali formazioni follicolari con contenuto di aspetto colloideo che s'incontrano già anche in ipofisi normali. I caratteri delle cellule cromofile non differiscono per nulla da quelli che sono stati descritti per le cellule cromofile che si presen-

*Tiro-paratiroidectomia*

Esp.	Animale	Atto Operativo	Sintomatologia
1	cane bastardo (peso chgr. 6)	asportazione dei due lobi tiroidei con le 2 paratiroidi interne ed esterne	al 2° g. accessi di tetania non gravi che poi si attenuano e scompaiono lasciando l'a. in uno stato soporoso che diviene di vero coma in 8° g.: l'a. muore nella notte. Nelle urine nè zucchero nè albumina
2	cane bastardo (peso chgr. 7)	idem	nel giorno successivo l'a. giace inerte in uno stato soporoso; si nutre assai scarsa- mente e dimagrisce in modo rapido. Muore in 18° g. (peso chgr. 4 e mezzo). Nelle urine nè zucchero nè albumina
3	cane bastardo (peso chgr. 8)	idem	idem . . . idem muore in 10° g. (peso chgr. 5)
4	cane bastardo (peso chgr. 6)	idem	nel mattino successivo all'operazione l'a. è in preda a gravissimi e frequenti accessi di tetania paratireopriva, caratte- ristici, che nella sera uccidono l'animale (morte nelle 24 ore). Nell'urina conte- nuta in vescica trovansi tracce di albu- mina; lo zucchero è assente
5	cane barbone (peso	idem	nel mattino successivo all'operazione l'a. è in preda a lievi accessi di tetania non molto frequenti dapprima, ma che poi si



tano nell'ipofisi in seguito ad esperienze d'altra natura (Guerrini, Torri, Fichera, Cimatori, Alquier, Pepere) e perciò è inutile che sovr'essi mi soffermi. Rare volte, e sempre molto scarse, ho riscontrato quelle grosse cellule a nucleo vescicolare, a protoplasma voluminoso che, come dirò più innanzi, il Cimatori aveva descritto come repertò specifico delle modificazioni dell'ipofisi in seguito a tiroidectomia. Anche in animali che hanno sopravvissuto alla paratiroidectomia un lunghissimo periodo di tempo (fino a 45 giorni) di tali elementi se ne riscontra un numero scarsissimo, come del resto qualche volta vien fatto rilevare anche in ipofisi perfettamente normali. Non si riscontrano mai cellule in via di cariocinesi. Si ha inoltre manifesta iperemia di tutta la ghiandola che presenta i capillari fortemente dilatati e ripieni di elementi del sangue.

*totale*

---

Reperto anatomico patologico

---

**Macroscop.:** Fegato con qualche zona giallastra sulla sua superficie esterna. **Microscop.:** Fegato con gravi lesioni vasali (emorragie molto estese e frequenti) e fatti degenerativi cellulari della zona perilobulare (degenerazione grassa intensa, vacuolare e torbida). Reni iperemici con infiltrazione grassa dei tubuli retti. Milza iperemica. Ipofisi con aumento della sostanza colloide e delle cellule cromofile di cui alcune appaiono ingrandite.

**Macroscop.:** Fegato iperemico con vescichetta biliare fortemente distesa da bile. Reni iperemici con segni di stasi in talune zone. **Microscop.:** Fegato con vasodilatazione intensa e diffusa e con rari focolai di emorragia alla periferia dei lobuli e con degenerazione grassa perilobulare non molto grave. Reni con notevole iperemia e con infiltrazione grassa dei tubuli retti; rare cellule desquamate nei tubuli contorti. Ipofisi con aumento di cellule cromofile.

Idem . . . Idem.

**Macroscop.:** Fegato con numerose chiazze giallastre sulla sua superficie esterna e di taglio, la quale appare color noce moscata. La vescichetta biliare è fortemente distesa da bile. **Microscop.:** Fegato con lesioni gravissime: emorragie molto estese, degenerazione grassa intensa di quasi tutte le cellule del lobulo e disfacimento completo di quelle perilobulari. Pancreas, reni ed ipofisi iperemici. Milza iperemica con stravasi.

Idem . . . Idem.

Esp.	Animale	Atto Operativo	Sintomatologia
	chgr. 12)		fanno a mano a mano più violenti e più vicini gli uni agli altri. L'a. muore dopo circa 48 ore dall'operazione. Nelle urine nè albumina nè zucchero
6	cane bastardo (peso chgr. 4)	idem	al 2° g. presenta tremore fibrillare diffuso, andatura incerta e barcollante, poi questi fatti scompaiono per lasciar posto ad uno stato di profonda sonnolenza, di inerzia completa. Si nutre molto scarsamente e muore in 10° g. Nelle urine nè albumina, nè zucchero
7	cane bastardo (peso chgr. 15)	idem	già nel giorno successivo l'a. cade in uno stato di sonnolenza e di apatia completa. Forzato a camminare si muove con andatura incerta e barcollante e tremore fibrillare diffuso. Si nutre molto scarsamente e muore in 14° g. (peso chgr. 13). Nelle urine nè albumina nè zucchero
8	cagna bastarda (peso chgr. 5)	asportazione del lobo tiroideo e paratiroidi sinistre; di quelle di destra dopo 15 giorni	(l'a. era da poco guarito da un'infezione di piroplasmosi). Verso il 3° g. dalla 2° operazione cade in preda a lievi accessi di tetania, molto rari, che poi si dileguano per lasciar posto ad uno stato soporoso che si continua fino alla morte che avviene in 12° giornata. Nelle urine nè albumina, nè zucchero
9	cane bastardo (peso chgr. 9)	asportazione del lobo tiroideo e delle paratiroidi di sinistra; di quelle di destra dopo 15 giorni	dopo 3 g. dalla 2° operazione L'a. è preso da accessi di tetania abbastanza gravi che poi svaniscono rapidamente per lasciare l'a. in uno stato di profonda apatia, di anoressia grave con deperimento rapido e notevole. L'a. muore in 14° giornata (peso 7 chgr.). Nelle urine nè albumina nè zucchero

La *tiro-paratiroidectomia totale* ha provocato costantemente la morte degli animali nei quali è stata praticata; peraltro questa è sopravvenuta più tardivamente che nei cani operati di sola paratiroidectomia totale. Per lo più gli accessi di tetania sono stati rari e non molto gravi, di modo che gli animali hanno potuto superarli facilmente,

## Reperto anatomico patologico

Idem . . . Idem.

*Macroscop.:* Fegato e reni fortemente congesti. *Microscop.:* Fegato con stravasi non molto estesi, degenerazione grassa perilobulare. Reni iperemici con infiltrazione grassa dei tubuli retti.

*Macroscop.:* Fegato e reni spiccatamente iperemici. *Microscop.:* Fegato con lesioni piuttosto gravi scarsi stravasi sanguigni, degenerazione grassa quasi nulla, degenerazione vacuolare verso la periferia dei lobuli. Reni con iperemia intensa, infiltrazione grassa dei tubuli retti e rare cellule sfaldate nei tubuli contorti. Ipofisi con aumento della sostanza colloide nella zona di tessuto ghiandolare perinervosa e cellule cromofile numerose e alquanto ingrossate che bene si tingono coll'eosina.

*Macroscop.:* Fegato e reni spiccatamente iperemici. *Microscop.:* Fegato con lievi stravasi sanguigni, scarsa degenerazione grassa perilobulare. Reni con intensa iperemia e infiltrazione grassa dei tubuli retti. Ipofisi con aumento della sostanza colloide nella zona di tessuto ghiandolare perinervosa, aumento di cellule cromofili, di cui alcune sono ingrossate e ben tingibili coll'eosina.

Idem . . . Idem.

sono caduti allora in uno stato di profonda apatia, quasi soporoso, che è perdurato fino alla morte sopravvenuta dopo 8—15 giorni dall'atto operativo. Si è avuto insomma una sindrome molto rassomigliante a quella descritta più addietro per gli animali che hanno potuto sopravvivere per un certo tempo agli accessi di tetania o per

la presenza di qualche piccolo gruppo di cellule paratiroidi sopranumerarie, oppure per l'intervento con la somministrazione di veratro verde o di gelatina. Peraltro in qualche caso gli accessi di tetania si sono presentati così gravi e frequenti che gli animali sono morti durante qualcuno di essi in un periodo di tempo brevissimo. Infatti nelle Esp. 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> i cani sono morti rispettivamente dopo 24 e 48 ore dall'atto operativo, cioè assai più presto che non gli animali operati di sola paratiroidectomia totale. Sempre i fatti di spasmo e di paralisi si sono presentati, tanto se transitori o permanenti, con gli stessi caratteri più addietro descritti, solo differenziandosene per grado. Tutti gli animali si sono nutriti assai scarsamente ed hanno presentato un profondo e rapido deperimento organico generale anche quando la nutrizione veniva sostenuta con la somministrazione di latte per mezzo della sonda gastrica. Nelle urine solo qualche volta si sono riscontrate lievi tracce di albumina; mai presenza di zucchero, né di indacano o di cellule renali e cilindri all'esame microscopico.

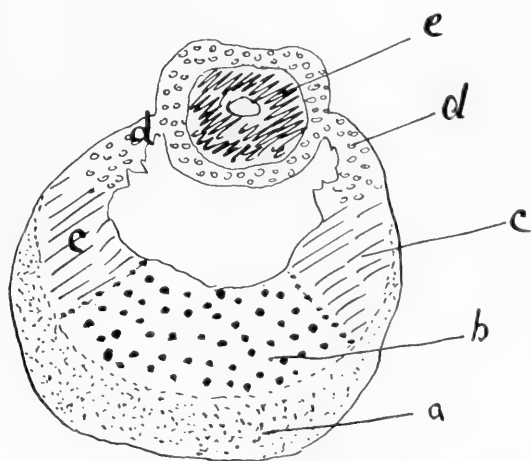
All'esame *anatomo patologico* ho riscontrato sempre scarsissime alterazioni macroscopiche; si sono notati fatti di iperemia più o meno marcati nei vari organi; il fegato, nel maggior numero dei casi, presentavasi fortemente congesto e dippiù, nelle Esp. 5<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup>, con macchie giallastre sulla sua superficie esterna e su quella di taglio, sparse quà e là, con rimpicciolimento di tutto l'organo e vescichetta biliare fortemente distesa da bile densa e molto scura. Inoltre in quei cani che sono sopravvissuti più a lungo dopo l'operazione l'ipofisi appariva nel suo insieme alquanto aumentata di volume rispetto alla norma.

All'esame *microscopico* si sono riscontrate modificazioni degne di nota in principal modo a carico del fegato e dell'ipofisi. Le lesioni del fegato richiamano molto quelle già descritte per gli animali operati di sola paratiroidectomia totale sebbene nel maggior numero dei cani siano di grado più leggero. Eccettochè nelle esperienze 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup>, negli altri animali le lesioni del fegato non sono molto gravi e consistono in lesioni dei vasi sanguigni (vasodilatazione diffusa, piccoli focolai di emorragia che solo nell'esperienza 11<sup>a</sup> appaiono abbastanza estesi, situati alla periferia dei lobuli e più numerosi subito sotto la capsula)

e in processi degenerativi delle cellule epatiche. Questi sono dati da degenerazione grassa, comune a tutti gli animali, abbastanza estesa e con gli stessi caratteri più addietro ricordati e da lievi fatti di degenerazione vacuolare perilobulare. Quasi mai si hanno lesioni cellulari così gravi che conducano a distacco delle cellule epatiche oppure queste si limitano a poche cellule situate alla periferia dei lobuli. Nelle esp. 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> si hanno invece lesioni gravissime come le più profonde descritte per la paratiroidectomia totale che colpiscono i vasi sanguigni (vasti e numerosi focolai di emorragia perilobulare) e le cellule epatiche (degenerazione grassa e torbida e vacuolare) con distacco degli elementi cellulari per due terzi di ogni lobulo, verso la periferia, e profonde alterazioni delle restanti cellule epatiche. Le figure 5—6—9—10 e potrebbero riprodurre all'incirca anche i gravi processi degenerativi riscontrati in questi due cani.

Nella milza, nel pancreas, nei reni, nelle capsule surrenali si riscontrano all'incirca gli stessi fatti non gravi già ricordati per le esperienze antecedenti di paratiroidectomia totale.

Nell'ipofisi si riscontrano modificazioni abbastanza importanti a carico della parte ghiandolare. Si ha cioè notevole aumento di cellule cromofile e inoltre compaiono discretamente numerose quelle grosse cellule che, messe in evidenza dal Cimoroni in animali tiroideotomizzati, furono osservate dal Pepere anche in animali operati di asportazione delle paratiroidi dopo lungo periodo dall'atto operativo. Queste



*Sezione trasversale schematica dell'ipofisi nella sua parte mediana.*

- a* = zona con abbondanti cellule cromofile e  
scarse grosse cellule a caratteri speciali
- b* = zona con abbondanti cellule cromofile
- c* = „ „ scarse „ „
- d* = „ „ abbondanti vescicole colloidee
- e* = „ „ parte nervosa dell'ipofisi.

cellule a grosso nucleo vescicolare, per lo più eccentrico, a protoplasma voluminoso, debolmente tingibile dall'eosina, finamente granuloso, si trovano disposte principalmente alla periferia della porzione ghiandolare dell'ipofisi cioè in una benderella periferica del lobo ghiandolare di-

*Tiroidectomia totale*

No. d'se- dim	Animale	Atto Operativo	Sintomatologia ed esito
1	cane bastardo (peso chgr. 8)	asportazione dei due lobi tiroidei e delle paratiroidi interne la- sciando in sito quelle interne che restano ben nutrite	dopo qualche mese l'animale dimagrisce notevolmente, si nutre in modo scarso, si fa apatico e sonnolento. Muore per cachessia dopo 4 mesi: il suo peso è di gr. 4800. Nelle urine mai nè albumina nè zucchero
2	coniglio del peso di gr. 900	idem	vive senza presentare disturbo alcuno: si nutre bene e viene ucciso in ottime con- dizioni di salute dopo 3 mesi. Il suo peso è di gr. 1100
3	coniglio del peso di gr. 1150	idem	idem viene ucciso dopo 4 mesi e il suo peso è di gr. 1225
4	coniglio del peso di gr. 985	idem	idem viene ucciso dopo 45 giorni e il suo peso è di gr. 1000
5	coniglio del peso di gr. 1200	idem	idem viene ucciso dopo 70 giorni e il suo peso è di gr. 1300
6	coniglio del peso di gr. 1050	idem	idem viene ucciso dopo 2 mesi e il suo peso è di gr. 1100
7	cane barbone (peso chgr. 11)	idem	idem viene ucciso dopo 3 mesi e il suo peso è di chgr. 12
8	cane spi- noso (peso chgr. 6)	idem	idem viene ucciso dopo 2 mesi e il suo peso è di chgr. 6
9	cagnolino di pochi mesi d'età (peso chgr. 4)	idem	qualche giorno dopo l'operazione si fa melanconico, mangia poco e stentatamente, ha tosse e muore in 7 giornata
10	idem (peso chgr. 3)	idem  idem	l'animale sta sempre bene e si sviluppa regolarmente come un animale della stesse nidiata; viene ucciso dopo 42 gior- ni dall'operazione e il suo è peso di 5 chgr.

sposta più lontana dal lobo nervoso. Sui caratteri di queste cellule e sulla loro interpretazione ritornerò più avanti parlando dell'ipofisi negli animali tiroidectomizzati.

*e paratiroidectomia parziale*

Reperto anatomico patologico

*Macroscop.:* Ipofisi più grossa che di norma: nulla di abnorme negli altri organi.

*Microscop.:* Fegato con cellule a protoplasma come rigonfio, di aspetto chiaro così che i nuclei ben conservati sembrano circondati da un alone bianco e dall'ombra della membrana cellulare. Reni con infiltrazione grassa delle anse di Henle e ipertrofia connettivale. Ipofisi con numerosi gruppi di grosse cellule con caratteristiche speciali.

Idem . . . . Idem.

Idem . . . . Idem.

Idem . . . . Idem.

Idem . . . . Idem.

Idem . . . . Idem

Idem . . . . Idem

le cellule dell'eparatiroidi esterne lasciate in sito sembrano come rigonfie, alquanto aumentate di volume, ma non presentano modificazioni di struttura sostanziali: nè cariocinesi, nè accumoli di sostanza colloide.

Idem . . . Idem.

*Macroscop.:* Ai polmoni si trovano numerosi infarti polmonari, alcuni dei quali assai estesi. *Microscop.:* Ai polmoni si conferma la diagnosi di infarti polmonari: negli altri organi non si incontrano modificazioni di struttura degne di menzione.

*Macroscop. e Microscop.* si notano gli stessi fatti riscontrati nell'esp. I<sup>a</sup>. Presso le due paratiroidi esterne lasciate in sito si notano alcuni pochi follicoli tiroidei che non offrono alcuna speciale caratteristica.

Nella *tiroidectomia totale* eseguita lasciando in posto le due paratiroidi esterne si sono avuti sintomi morbosi assai scarsi e non costanti. Del resto con queste ricerche mi sono proposto di vedére più se dopo un certo periodo dall'atto operativo si verificavano modificazioni di struttura degne di nota, che non la sintomatologia che ne susseguiva, poichè a tale uopo avrei dovuto tenere in vita gli animali per un più lungo periodo di tempo.

Nell'esperienza 11<sup>a</sup> si è avuto la morte dell'animale dopo un periodo di tempo di 4 mesi con sintomi di profonda cachessia e di alterato trofismo (ulcera corneale complicata fino a panoftalmite); nell'esp. 6<sup>a</sup> si ebbe la morte per fatti polmonari mentre nei restanti casi tutti gli animali sopravvissero per un buon periodo di tempo in ottime condizioni di nutrizione senza presentare alcun fenomeno morboso fino a quando vennero uccisi in periodi di tempo vari.

Il reperto anatomico patologico ha mostrato alterazioni assai scarse. All'esame *macroscopico* i vari organi apparivano pressochè normali: solo il fegato era in qualche caso iperemico e forse aumentato di volume; e l'ipofisi pure presentavasi evidentemente ingrossata rispetto alla norma. Le due ghiandole paratiroidi lasciate in posto hanno conservato il loro aspetto ed il loro volume normale. Non si è riscontrata mai la presenza di noduli tiroidei accessori.

All'esame *microscopico* pure si sono presentate scarse lesioni e queste solo a carico del fegato e dell'ipofisi.

Nel fegato si riscontra solo in qualche caso vasodilatazione perilobulare di grado leggero. A carico delle cellule epatiche si notano invece, in quasi tutti i casi, modificazioni di struttura abbastanza evidenti a carico del protoplasma cellulare. Le cellule si presentano come rigonfie, di aspetto chiaro, finissimamente granuloso. Il protoplasma non è quasi tingibile o almeno così scarsamente che di ogni cellula appare il nucleo come circondato da un alone chiaro che ha per limiti la membrana cellulare ben evidente. Si ha quell'aspetto speciale che è stato descritto per la degenerazione glicogenica. Peraltro non si riscontrano mai lesioni nucleari, né disfacimento di elementi cellulari. Non esiste nessun segno di degenerazione grassa pur ri-



cercandola con i varii metodi speciali di tecnica istologica. Negli altri organi presi in esame (reni e capsule surrenali, milza, pancreas) non si incontrano speciali modificazioni di struttura che meritino di essere ricordate. Nelle paratiroidi lasciate in sito si riscontra sempre la stessa struttura che in quelle asportate con la tiroide: forse in qualche caso appaiono cellule come leggermente rigonfie, ma in nessun caso profondamente e sostanzialmente alterate o modificate e nemmeno in cariocinesi. In un cane (esp. 7), presso alla paratiroide sinistra lasciata in sito, ho riscontrato la presenza di alcuni follicoli tiroidei ben conservati, con aspetto e struttura normale. Anche in questo caso le modificazioni dell'ipofisi e del fegato si presentarono le stesse che negli altri casi. Le modificazioni di struttura dell'ipofisi sono quelle che assumono le caratteristiche più spiccate ed evidenti. Tutta la parte ghiandolare dell'ipofisi, eccettuata la porzione che va ad attaccarsi alla benderella perinervosa e tale benderella stessa, resta invasa da numerose cellule a grosso nucleo, vescicolare, con scarsa sostanza cromatica, a protoplasma molto sviluppato, finamente granuloso che appena si tinge molto scarsamente colorando il preparato con emallume ed eosina. Tali cellule, in una sezione trasversale dell'ipofisi, circa alla sua parte media, si vedono disposte come ho detto, su tutta la sezione del lobo ghiandolare, ma sono più numerose verso la periferia di esso, nella porzione cioè più lontana dal lobo nervoso. Quivi costituiscono la quasi totalità degli elementi cellulari: solo qualche rara cellula cromofila è sparsa qua e là fra questi grossi elementi cellulari. Nella restante porzione ghiandolare dell'ipofisi verso il lobo nervoso, tali grosse cellule vanno invece diminuendo di numero e restano isolate in piccoli aggruppamenti di 3, 5, 7 fra le cellule cromofile che sono più abbondanti. Verso la porzione ghiandolare che va a congiungersi alla benderella di tessuto pure ghiandolare situata attorno al lobo nervoso, e in tale benderella stessa, di tali grosse cellule non se ne incontrano affatto, come pure si riscontrano scarsissime o quasi assenti le cellule cromofile. Quivi invece si notano formazioni follicolari a contenuto colloideo che pur conservando quell'aspetto che sogliono avere di norma, appaiono aumentate di volume e di numero.

Non voglio accingermi qui a riassumere neppure in modo succinto quali siano state tutte le varie teorie emesse per spiegare la funzione delle ghiandole tiroidi e paratiroidi e i dati di fatto portati in loro appoggio, sia perchè ciò esorbiterebbe dal compito che mi sono prefisso, di esporre cioè semplicemente il risultato di alcune mie ricerche sperimentali, sia perchè oltre a numerosissimi, accurati e geniali lavori riassuntivi sull'argomento, sono state pubblicate da autorevoli ricercatori parecchie voluminose monografie nelle quali, oltre ad essere esposte le loro ricerche personali, sono raccolti in modo diligentissimo ed ampio, coordinati e discussi tutti i fatti principali messi in rilievo dagli altri autori e le conclusioni che questi ne hanno dedotto.

Peraltro pur rimandando a questi lavori gli studiosi dell'argomento, desidero ricordare brevissimamente le principali opinioni fra le quali ancora oggidi si dividono la maggior parte dei ricercatori.

Non parlerò quindi delle teorie che avendo preceduto la scoperta delle paratiroidi attribuirono alla ghiandola tiroide una funzione meccanica, quella cioè di regolare la circolazione sanguigna della parte superiore del corpo, segnatamente del cervello (teoria vascolare), nè della teoria delle lesioni laterali (principalmente nervose) che toglieva alla tiroide quasi ogni funzione specifica, nè della teoria ematopoietica secondo cui la tiroide servirebbe ad aiutare la formazione dei globuli rossi, giacchè queste teorie sono state abbandonate e, sebbene taluna sia stata risolledata anche in questi ultimi tempi (principalmente la meccanica dal Cyon), tuttavia non sono accettate dalla maggioranza dei ricercatori. Accenno appena, più che altro per la grande spinta che essa diede allo studio della funzione delle ghiandole tiroidi e paratiroidi, alla teoria del Gley della supplenza funzionale fra tiroidi e paratiroidi. Secondo il Gley le paratiroidi avrebbero dovuto supplire la funzione delle tiroidi quando queste vengono asportate. Questo egli affermava in base a dati di fatto che più tardi furono messi in dubbio o dimostrati erronei da altri autori (Hofmeister, De Quevain, Verstraelen, Vanderlinden, Edmunds, Rouxeau, Yacoby, Blumreich, Moussou, Simon).

Tale teoria poi cadde completamente quando il Vassale e il Generali con le loro ben note geniali esperienze poterono dimostrare

che alla tiroidectomia sussegue una sindrome morbosa del tutto distinta che alla paratiroidectomia. In base a tali ricerche essi emisero l'ipotesi che alle tiroidi spetti la funzione di secernere o distruggere sostanze che agiscono sul metabolismo organico, alle paratiroidi spetti una funzione antitossica. Numerosissimi ricercatori, di cui sarebbe troppo lungo citare anche solamente i nomi, confermarono i risultati del Vassale e Generali e fra questi citerò solo il Lusena sia per l'importanza che hanno le sue numerose e diligentissime ricerche, sia perchè quest'A. pur venendo alla conclusione che alla tiroidectomia sussegua una sindrome ben distinta da quella che suol tener dietro alla paratiroidectomia, tuttavia, in base a taluni dati di fatto da lui dimostrati e principalmente all'influenza che ha sulla sindrome paratiroidopiva l'asportazione successiva dei lobi tiroidei quando già si sono iniziati gli accessi di tetania, ritiene che esista una correlazione di funzione fra tiroidi e paratiroidi, nel senso cioè che la capacità antitossica delle tiroidi è possibile solo qualora sia mantenuta la funzione delle paratiroidi, mentre queste asportate maggior quantità di tossici circola nel sangue così da portare allo scoppio della sindrome di tetania.

La teoria dell'associazione funzionale fu strenuamente sostenuta dal Gley, il quale cercò darne una dimostrazione sperimentale basandosi: *su prove fisiologiche*: alcuni cani sopravvivono alla paratiroidectomia totale (Gley, Walter-Edmunds); altri presentano solo turbe nutritive a evoluzione lenta come dopo la tiroidectomia totale. *Su prove chimiche*: le tiroidi come le paratiroidi contengono jodio (tiroiodina di Bauman), e sia dopo la tiroidectomia che dopo la paratiroidectomia gli scambi nutritivi subiscono delle modificazioni nello stesso senso (von Ecke). *Su prove isto-fisiologiche*: la soppressione delle ghiandole tiroidee induce modificazioni di struttura nelle paratiroidi e viceversa quella delle paratiroidi nelle tiroidee (W. Edmunds, Lusena, Vassale e Generali).

Questo triplice ordine di fatti che il Gley pose innanzi per sostenere la teoria dei rapporti fra funzione tiroidea e paratiroidica viene distrutto da un lavoro critico che ha pubblicato sull'argomento poco dopo il Vassale. Riguardo alle prove fisiologiche infatti lo stesso

Edmunds riconosce che le sue osservazioni sono incomplete poichè egli, non avendo praticato mai l'esame microscopico delle tiroidi dei cani operati di paratiroidectomia, non può asserire se nei cani sopravvissuti non sia rimasto incluso nei lobi tiroidei qualche paratiroide. Ed è noto come ciò avvenga abbastanza di frequente: anzi paratiroidi soprannumerarie sono state notate altresì nei resti timici, in tutta la regione circostante ai lobi tiroidei e anche abbastanza lontano da essi. Il Vassale inoltre, negli animali che andavano soggetti a tetania cronica per paratiroidectomia parziale, non osservò mai turbe dell'intelligenza e della nutrizione.

Riguardo alle prove chimiche devesi notare che se la tiroioidina di Bauman ha una certa importanza fisiologica, tuttavia mentre l'iodio riscontrasi in quasi tutti gli organi, d'altra parte essa non è il solo principio attivo della tiroide. Infatti ben diverso è l'influsso sul metabolismo generale dei vari principi attivi estratti dalla tiroide e della tiroide stessa. Inoltre l'esperienze di Ecke sono state fatte sul coniglio nel quale non è mai possibile eseguire separatamente la tiroi-dectomia o la paratiroidectomia, data la speciale topografia di queste ghiandole le une rispetto alle altre.

Riguardo alle prove istofisiologiche devesi notare che mentre le alterazioni delle tiroidi (sviluppo di vasi e di tessuto embrionale) affermata da W. Edmunds in seguito a paratiroidectomia non furono confermate da altri autori, d'altra parte deponendo per una iperattività della ghiandola mal si conciliano con la diminuzione di sostanza colloide notata dal Vassale e da altri. E questa diminuzione di colloide può interpretarsi come conseguenza del risentimento generale dell'organismo per la mancata funzione paratiroidea, cioè come conseguenza dell'intossicazione generale dell'organismo a guisa di quanto suol avvenire in molteplici infezioni gravi dell'organismo (Donaggio, Guerrini, Roget-Garnier).

Inoltre mentre il fatto dimostrato dal Lusena, che asportando le tiroidi ad un animale preso da tetania paratiroidopiva si à una notevole attenuazione dei sintomi morbosì, male può essere interpretato con la teoria della associazione funzionale, invece trova una logica interpretazione nelle teorie e in numerosi dati di fatto messi in

rilievo dal Vassale. Infatti se l'asportazione delle paratiroidi causa l'accumulo di sostanze tossiche nell'organismo e conduce allo scoppio dei fenomeni di tetania, è logico ammettere che questi possano venire attenuati con l'asportazione di una ghiandola che ha l'ufficio di eccitare il metabolismo organico generale: con l'asportazione delle tiroidi, restando rallentato tale metabolismo, si ha una diminuzione della produzione di quei tossici che sono la fonte prima dello scoppio della sindrome di tetania.

Le esperienze successive del Lusena tendenti a dimostrare che l'acceleramento del ricambio (provocato con iniezioni iodo-iodurate) non è sempre causa, sebbene in qualche caso abbia pur visto che sì, di un aggravamento dei fenomeni paratiroidici, cadono di fronte al rilievo del Vassale che ben diverso è il comportamento e l'azione fisiologica del liquido di Lugol sul metabolismo generale e quella della secrezione tiroidea, e di fronte al fatto che anche intervenendo con la somministrazione di certi farmaci o con speciali atti operativi si può ottenere, come con la tiroidectomia in secondo tempo, l'attenuazione dei fenomeni paratiroidici. Su questo argomento anzi conto di ritornare più innanzi.

Ma, anche dopo queste confutazioni del Vassale la teoria dell'associazione funzionale trova dei sostenitori: così ad esempio il Jeandelize in voluminoso lavoro intitolato „*Insufficienza tiroidea e paratiroidea*“ mentre, dopo aver fatto un esame critico minuto di tutte le ricerche e le osservazioni che erano state compiute antecedentemente dai vari sperimentatori, sia nel campo sperimentale che in quello clinico, mentre, dopo aver parlato dei suoi diligenti studi sull'animale e sull'uomo, viene alla conclusione che alla tiroidectomia, alla paratiroidectomia e alla tiroparatiroidectomia sussegue sempre una sindrome ben distinta, tuttavia accetta anch'egli la teoria della associazione funzionale fra tiroidi e paratiroidi senza portare alcun argomento che possa valere ad infirmare le obiezioni mosse dal Vassale al Gley ed al Lusena. Egli si basa principalmente sul fatto che anche alla paratiroidectomia può conseguire una sindrome morbosa ad andamento cronico.

A questo fatto anzi più tardi il Lusena aggiunse la prova sperimentale che anche il solo allacciamento delle arterie tiroidee per cinque

o sei ore ad animali in preda a fenomeni di tetania paratireopriva può condurre alla attenuazione dei fenomeni morbosi, che spesso prendono un andamento cronico permettendo all'animale una sopravvivenza anche abbastanza prolungata.

Ma è da notarsi che gli effetti della tiroidectomia in secondo tempo, per modificare la sindrome paratireopriva, non sono da tutti accettati come li descrive il Lusena: Maccallum e Davidson anzi in taluni animali o non ottennero nessun effetto o perfino un peggioramento. Inoltre devo rilevare il fatto, che ho potuto osservare in ricerche sulla ischemia della ghiandola tiroide e paratiroide, che bastano poche ore di ischemia perchè quasi tutta la ghiandola tiroide e paratiroide rimanga distrutta o profondamente alterata: è quindi evidente che anche l'ischemia di poche ore della tiroide può dare gli stessi effetti della ablazione totale della ghiandola ghiacchè i fatti rigenerativi, che forse potranno in parte ristabilirne la funzionalità, si svolgono solo dopo un certo periodo il tempo.

Inoltre in appoggio alla teoria del Vassale non sono da trascurare altresì i risultati che oggidi si sono ottenuti colla organoterapia: è cioè dimostrato da numerose esperienze e dati clinici che laddove torna utile un cura tiroidea. (mixedema) per nulla torna utile una cura paratiroidea, mentre d'altra parte in quelle forme morbose rassomiglianti sotto un certo punto di vista alla insufficienza paratiroidea (eclampsia gravidica, tetania nei bambini, ecc.) apporta una notevole, benefica influenza solo la cura paratiroidea.

Riassunte così, in modo brevissimo e succinto, le principali questioni che tuttora si agitano intorno alla funzione delle ghiandole tiroidee e paratiroidi, credo appariranno maggiormente non privi d'interesse i fatti principali messi in rilievo dalle mie ricerche.

Esse infatti confermano in modo chiaro che *sempre*, quando vengono asportate *tutte* quante le ghiandole paratiroidi, gli animali muoiono rapidamente, nell'intervallo di pochi giorni (da uno a cinque) in preda ad accessi di tetania. Se qualche raggruppamento di cellule paratiroidee rimane incluso nei lobi tiroidei, anche se piccolissimo, gli animali sono colpiti solo nei primi giorni da leggeri e rari fenomeni di tetania i quali poi cedono il posto ad una sindrome morbosa sub-

acuta: gli animali si nutrono assai scarsamente e se si nutrono in modo abbondante sono nuovamente presi da accessi di tetania, dimagriscono in modo notevole e negli ultimi giorni di vita cadono in uno stato quasi comatoso che finisce con la morte che avviene dopo un periodo di tempo più o meno lungo (da otto a ventitré giorni). Data la frequenza con la quale si incontrano oltre alle quattro paratiroidi principali dei gruppi di cellule paratiroidi sopranumerarie, o inclusi nelle tiroidi, o nei resti timici, o in altre parti del corpo più o meno lontane dalla regione tiroidea, appare evidente la necessità di fare, come da me è sempre stato diligentemente praticato, una accurata ricerca anatomica e l'esame microscopico con sezioni in serie delle ghiandole tiroidi, dei resti timici e di tutti i noduli sospetti prima di poter parlare in modo sicuro di paratiroidectomia totale.

Le mie ricerche inoltre dimostrano che con la somministrazione di veratro verde o gelatina per via orale si può ottenere l'attenuazione dei fenomeni di tetania o la loro scomparsa quasi completa: si ha allora una sindrome morbosa che rassomiglia assai a quella degli animali nei quali è stata operata la tiroparatiroidectomia, oppure ancor più a quella dei cani nei quali la paratiroidectomia non è riuscita totale per la presenza di noduli paratiroidi sopranumerari: gli animali muoiono in preda ad una sindrome morbosa a decorso sub-cronico, talora anche dopo un periodo di tempo abbastanza lungo (45 giorni).

Già ricercatori precedenti avevano dimostrato che praticando ad animali in preda ad accessi di tetania paratiroidopriva o il salasso abbondante, o la flebolisi, o la trasfusione reciproca del sangue con cane sano (Lusena), o la cloronarcosi, o correnti faradiche (Prévost), o l'asportazione delle ghiandole tiroidi in secondo tempo o la loro ischemia temporanea (Lusena), o somministrando dell'urea o la paratiroidina (Vassale) ecc. si può ottenere la attenuazione o la scomparsa dei fenomeni di tetania e il prolungamento della sopravvivenza degli animali.

Con la somministrazione di veratro verde e di gelatina, oltre alla dimostrazione della immediata e notevole loro influenza sulla sindrome paratiroidopriva, viene altresì messo in evidenza come spesso, sospen-

dendo la somministrazione di tali sostanze e nutrendo abbondantemente gli animali, in special modo se con carne, si ha la ricomparsa degli accessi di tetania più o meno gravi e talora anche mortali. Peraltro la ricomparsa di tali accessi di tetania, anche se gravi, può essere ogni volta rapidamente troncata ricominciando ad usare il veratro verde o la gelatina. Il veratro verde agisce in modo molto più energico e più immediato della gelatina sia per il più rapido assorbimento che per la sua maggiore potenza d'azione.

Queste sostanze esplicano la loro efficacia abbassando in modo rapido la pressione arteriosa che dopo la paratiroidectomia resta notevolmente innalzata e aumenta ancor più durante gli accessi di tetania.

E degno di nota poi che anche tutti gli altri mezzi usati per modificare o troncare gli accessi di tetania agiscono abbassando in modo più o meno brusco e più o meno marcato la pressione arteriosa. E vero che alla paratiroidina si deve altresì attribuire un'azione specifica, valevole cioè a supplire in modo diretto la mancata funzione paratiroidea, tuttavia non deve passare inosservato il fatto che anche tale sostanza esercita una notevole azione ipotensiva. A questo punto devo richiamare l'attenzione sulle ricerche del Cyon, le quali, se pure dovrebbero essere riprese per scindere in modo più netto ciò che debbesi attribuire all'influsso delle ghiandole tiroidi o delle paratiroidi, e se pure non possono servire a ridare valore all'antica teoria meccanica o vascolare, tuttavia con la chiarezza dei dati che mettono in rilievo e con belle grafiche molto dimostrative fanno risaltare la notevole influenza che queste ghiandole devono esercitare sulla pressione arteriosa e come le modificazioni del circolo debbano in modo sensibile e rapido cipercuotersi su tutto l'organismo.

I fenomeni di tetania paratiroidopiva che con tanti mezzi possono venir modificati o anche quasi completamente fugati, devono considerarsi come uno dei sintomi più caratteristici, più appariscenti e più costanti della mancata funzione paratiroidea, non come l'essenza della sindrome stessa. La mancanza in circolo del secreto paratiroideo è causa della formazione o della mancata distruzione di tossici che si accumulano nell'organismo ed esplicano la loro azione deleteria su tutti



i principali organi ed apparati e certamente innalzano in modo marcato la pressione sanguigna. Se la scomparsa degli accessi di tetania, in seguito alla applicazione di vari mezzi fisici o alla somministrazione di varie sostanze che hanno un'azione ipotensiva, sia legata semplicemente all'abbassamento della pressione arteriosa o al fatto che abbassandosi questa è tolta una delle cause o è diminuita la rapidità con cui si producono le lesioni dei vari organi principali per ora non saprei precisare; tuttavia il fatto che talora in qualche animale i fenomeni di tetania o non si presentano affatto o non si manifestano nel modo classico, o possono venire notevolmente modificati e la morte non sussegue in modo rapidissimo ma si protrae anche di parecchio tempo, può trovare una spiegazione semplice senza che per nulla venga scossa la teoria secretoria antitossica delle paratiroidi sostenuta del Vassale e dell'indipendenza funzionale fra tiroidi e paratiroidi. Certo che la sindrome paratireopriva senza gli accessi di tetania viene a mancare delle sue caratteristiche più spiccate, peraltro anche ridotta a tale differisce così tanto dalla sindrome da tiroidectomia e inoltre le lesioni dei vari organi consecutive a paratiroidectomia conservano in ogni caso dei caratteri così peculiari che mai può esservi confusione o dubbio.

Già da tempo sono state descritte come consecutive alla paratiroidectomia totale lesioni del sistema nervoso centrale (Vassale, Donaggio, Pieri, Friedermann, Balli) congestioni viscerali, ecchimosi delle mucose ed edema polmonare (Pieri) della ghiandola tiroide (Vassale e Generali, Lusena) della milza (Massenti) dei reni e delle capsule surrenali (Blum, Bensen, Manca, Capobianco e Mazziotti, Zanfognigni, Rossi) e da qualche autore è stato fatto cenno, sebbene in modo molto superficiale, a lesioni del fegato (Zanfognigni, Blum, Besen), mentre altri le hanno negate (Delitala).

Le mie ricerche dimostrano l'importanza che sempre, in ogni caso, si deve dare alle lesioni del fegato che si presentano spesso gravi e talora anche gravissime. Data la funzione del fegato di servire quasi da filtro dei tossici che si producono e che entrano nell'organismo era naturale si dovesse pensare che in esso si riscontrassero profonde alterazioni quando per la mancata funzione protettiva antitossica delle

paradiroidi la quantità dei veleni circolanti è notevolmente accresciuta. Già ho descritto in precedenza come le lesioni del fegato si presentino a carico del sistema vasale-sanguigno e delle cellule epatiche, come talvolta prevalgano le une, talvolta le altre lesioni a seconda degli animali e del modo più o meno rapido con cui è avvenuta la morte, a seconda dell'intervento ecc. Perciò qui mi limiterò a ricordare ancora che, mentre le lesioni dei vasi sanguigni, in parte sono legate all'aumento della pressione arteriosa, in parte anche ai tossici circolanti che producono alterazioni della tonaca dei piccoli vasi sanguigni, così le lesioni delle cellule epatiche solo in piccola parte sono da mettersi in rapporto alle lesioni dei vasi sanguigni giacchè talora si riscontrano più gravi e più estese in quei casi e in quelle zone del fegato in cui queste non sono profonde o anche quasi nulle. Le alterazioni delle cellule epatiche sono in massima parte legate ai tossici circolanti in maggior copia per la mancata funzione paratiroidea. Lesioni epatiche così gravi, tali in qualche animale da portare alla completa distruzione di quasi tutte le cellule dei singoli lobuli epatici, danno una chiara spiegazione di tanti dei sintomi paratireoprivi, delle alterazioni profonde del metabolismo e della morte inevitabile degli animali anche quando sono fugati i fenomeni di tetania, e anche quando, solo in minima parte, si esplica l'azione del secreto paratiroideo (presenza di poche cellule paratiroidi sopprannumerarie, somministrazione di paratiroidina).

Le alterazioni dei vari altri organi (eccettuate quelle del sistema nervoso di cui non mi sono occupato) non presentano alcuna speciale caratteristica, e anche quelle dei reni, che sono state decritte con maggiore insistenza da parecchi autori, non sono mai molto gravi nè hanno caratteri peculiari.

La porzione ghiandolare dell'ipofisi presenta, come già ho descritto, costanti ed evidenti modificazioni di struttura: peraltro anche queste non hanno caratteristiche speciali, ma rientrano piuttosto nel gruppo di quelle modificazioni che questa ghiandola presenta quando viene alterata o viene a mancare la funzione di altri organi a secrezione interna (Guerrini, Fichera).

Le mie ricerche sugli animali tiroparatiroidectomizzati mentre con-

fermano che la morte avviene per lo più in un periodo di tempo abbastanza lungo, con una sindrome subacuta, in cui compaiono solo nei primi giorni accessi di tetania non gravi e rari, dimostrano tuttavia che in qualche animale (come già notarono Sanquirico, Canalis, Lusena) si ha una sindrome acutissima e gli accessi di tetania sono così frequenti e gravi che gli animali muoiono in brevissimo spazio di tempo (24—48 ore).

Anche negli animali morti per tiroparatiroidectomia si riscontrano, in principal modo a carico del fegato, lesioni gravi che assumono gli stessi caratteri che negli animali operati di semplice paratiroidectomia. Nel maggior numero dei casi le lesioni sia a carico dei vasi sanguigni che delle cellule epatiche sono meno gravi e meno estese: peraltro in quei cani nei quali la morte è stata rapidissima sono gravi quanto le più profonde da semplice paratiroidectomia, tali che gran parte delle cellule dei singoli lobuli restano distrutte e le restanti profondamente alterate. Anche qui le lesioni degli altri organi non sono gravi e non hanno speciali caratteristiche; l'ipofisi, in principal modo negli animali che hanno sopravvissuto più a lungo, presenta a un tempo i caratteri dovuti all'asportazione delle paratiroidi e quelli che sono da attribuirsi alla concomitante tiroidectomia.

Negli animali (cani e conigli) nei quali ho asportato entrambi i lobi tiroidei con le annesse paratiroidi interne, lasciando integre in sito le paratiroidi esterne, nel periodo da uno a quattro mesi, ho notato scarse manifestazioni morbose; un solo cane è morto per cachessia dopo 4 mesi; gli altri animali, dopo 1 mese e mezzo fino a 4 mesi, sono stati uccisi in condizioni apparentemente normali. Peraltro anche in questi animali ho notato sempre modificazioni di struttura del fegato e dell'ipofisi.

Le modificazioni istologiche che si riscontrano nel fegato non sono gravi: le cellule epatiche si presentano sempre a protoplasma molto chiaro, come rigonfio, con quell'aspetto speciale che viene descritto per la degenerazione glicogenica.

Le modificazioni di struttura della parte ghiandolare dell'ipofisi sono costanti e profonde, caratterizzate essenzialmente dalla comparsa di cellule con carattere, speciale, a grosso nucleo, a protoplasma molto

abbondante, finamente granuloso, le quali, benchè si possano ricondurre ad elementi che s'incontrano, sebbene in numero molto scarso, anche in ipofisi di animali normali o paratiroidectomizzati (Pepere), e non derivino quindi che dagli elementi normali dell'ipofisi modificati, perchè soggetti a speciale attività funzionale, tuttavia contribuiscono a dare alla ghiandola un aspetto del tutto particolare (Cimoroni) quale non s'incontra mai nell'ipofisi di animali paratiroidectomizzati anche se vissuti eguale periodo di tempo.

Tali modificazioni dell'ipofisi si riscontrano anche se nell'animale era stato lasciato in sito qualche piccolo pezzetto di ghiandola tiroide (esperienza 7). Negli altri organi non ho notato alcuna speciale modificazione istologica degna di nota. Le lesioni del fegato e dell'ipofisi sono legate solo all'asportazione delle tiroidi, non delle paratiroidi asportate contemporaneamente, giacchè negli animali operati di sola paratiroidectomia parziale (asportazione di una, due, tre paratiroidi), non si riscontra nessuna di tali modificazioni istologiche.

\*

\*

\*

Dal complesso dei fatti fino ad ora esposti risulta dunque che, sia nell'asportazione delle ghiandole tiroidi, e delle paratiroidi, o di entrambi i gruppi ghiandolari insieme, le lesioni principali si producono a carico del fegato e queste si presentano nei singoli casi sempre con caratteri del tutto speciali e ben distinti. La ablazione delle tiroidi induce lente modificazioni del metabolismo generale e corrispondentemente le lesioni del fegato non sono gravi e si producono lentamente; l'ablazione delle paratiroidi induce un'intossicazione acuta di tutto l'organismo con grave e rapidissima ripercussione sul fegato.

I veleni che circolano nel sangue per effetto della soppressa funzione paratiroidea, mentre da un lato agiscono alterando e distruggendo le cellule epatiche, dall'altro, privando l'organismo della principale ghiandola che dovrebbe servire sia a modificare i tossici che in esso si accumulano, sia ad elaborare le sostanze necessarie alla vita, contribuiscono forse a determinare alcune delle manifestazioni morbose. Infatti se le lievi alterazioni epatiche consecutive alla tiroidectomia possono permettere la lunga sopravvivenza degli animali, e

spiegare perchè solo dopo lungo periodo di tempo si abbiano manifestazioni morbose, invece le alterazioni epatiche consecutive alla paratiroidectomia e alla tiroparatiroidectomia sono così gravi, così estese e così rapide che già di per sé stesse sarebbero sufficienti a spiegare il grave deperimento organico e la morte rapidissima degli animali. Inoltre si comprende perchè, pur attenuati o soppressi gli accessi di tetania, debba conseguire egualmente, in ogni caso, la morte degli animali nei quali e per la mancata funzione protettiva delle paratiroidi, e per le alterazioni epatiche l'equilibrio organico generale subisce tanto profonde e deleterie modificazioni.

---

### Spiegazione delle figure.

Tutte le figure sono state fatte con la camera lucida Abbe-Zeiss e con tavolo ad altezza del preparato.

#### *Paratiroidectomia totale.*

- Fig. I. Cane n. 2. Fegato, obb. 5, ocul. 2 Koristka. Fiss. in liquido di Zenker. Coloraz. con emallume-eosina.
- Fig. II. Cane n. 4. Fegato, obb. 5, ocul. 3 Koristka. Fiss. in liquido di Zenker. Coloraz. col metodo di Mann.
- Fig. III. Cane n. 5. Fegato, obb. 5, ocul. 2 Koristka. Fiss. in liquido di Zenker. Coloraz. con emallume-eosina.
- Fig. IV. Cane n. 6. Milza, obb. 5, ocul. 2 Koristka. Fiss. in liquido di Zenker. Coloraz. col metodo van Gieson.
- Fig. V. Cane n. 2. Fegato, obb. 5, ocul. 3 Koristka. Fiss. in liquido di Zenker. Coloraz. col metodo van Gieson.
- Fig. VII. Cane n. 12. Fegato, obb. imm. omog.  $\frac{1}{15}$ , ocul. 4 comp. Koristka. Fiss. in liquido di Flemming. Coloraz. con safranina.

#### *Tiroparatiroidectomia totale.*

- Fig. VI. Cane n. 4. Fegato, obb. 2, ocul. 2 Koristka. Fiss. in formalina. Sez. microtomo congelatore. Coloraz. Sudan III, emallume.
- Fig. VIII. Cane n. 4. Fegato, obb. imm. omog.  $\frac{1}{15}$ , ocul. 4 comp. Koristka (zona in cui la degeneraz. grassa è meno avanzata). Fiss. in formalina. Sez. microtomo congelatore. Coloraz. Sudan III, emallume.
- Fig. IX. Cane n. 4. Fegato, obb. imm. omog.  $\frac{1}{15}$ , ocul. 4 comp. Koristka (zona in cui il grasso è quasi assente e le singole cellule sono meglio conservate). Fiss. in liquido di Zenker. Coloraz. con emallume-eosina.
- Fig. X. Cane n. 6. Fegato, obb. imm. omog.  $\frac{1}{15}$ , ocul. 4 comp. Koristka (zona perilobulare in cui le cellule epatiche sono in gran parte distrutte). Fiss. in liquido di Zenker. Coloraz. con emallume-eosina.

## Bibliografia.

1. Albertoni e Tizzoni, Arch. per le scienze mediche. Vol. X, p. 45. 1886.
2. Balli, Riv. Sperim. di Freniatria. Vol. XXXII, fasc. III—IV.
3. Baumann, Zeitschr. f. Physiol. u. Chemie. p. 319. 1895. p. 1. 1896.
4. Bellotti, Gazz. Med. degli Osped. e Cliniche. n. 9. 1907.
5. Bensen, Virchows Arch. Bd. 170.
6. Bignami, Gazzetta degli Ospedali. 1896.
7. Biondi, Società Ital. di Chirurgia. 1892.
8. Blum, Arch. f. Anat. u. Phys. Von R. Virchows. Bd. 166.
9. Blumreich e Jacoby, Berliner Klin. Wochenschr. p. 327. 1896.
10. —, Archiv für die gesamte Physiologie der Menschen und der Tiere. LXIV, p. 1. 1896.
11. Capobianco, Arch. Italiennes de Biologie. p. 260 e p. 306. 1893.
12. —, Arch. Italiennes de Biologie. t. XXXI. 1899.
13. — e Mazziotti, Giorn. Internaz. d. scienze mediche. 1897.
14. —, Ann. di Neurologia. fasc. I e II. 1905.
15. Caselli, Riv. Sperim. di Freniatria. Vol. XXXI. 1910.
16. Cattaneo, Boll. Soc. Med. Chirurg. di Modena. n. 1. 1897—1898.
17. —, Ass. Med. Chirurg. di Parma. Aprile 1905.
18. Chantemesse e Marie, Soc. Med. des Hop. de Paris 1893. Semaine Medical. 1893.
19. Chenu, C. R. Acc. de Seances. CXXXVIII. Avril 1904.
20. —, C. R. Soc. de Biol. LVI, p. 680. Avril 1904.
21. Cimoroni, Lo Sperimentale. Fasc. I e II. 1907.
22. Cyon, E. de, Arch. de Physiol. norm. et patol. 1898.
23. —, Rev. gen. des sc. pures et appliques. p. 828. 1901.
24. Colzi, Lo Sperimentale. p. 36. 1884.
25. Coronedi, Studi Sassaressi. Fasc. I e II. 1908. Arch. Ital. de Biol. Fasc. I. 1908.
26. — e Marchetti, Soc. Med. Fisica di Sassari. Giugno 1901. Congr. di Fisiol. di Torino. Settembre 1901.
27. Cristiani, Arch. de Physiol. norm. et patol. S. 5, T. 5. 1893.
28. —, C. R. Societ. de Biol. p. 756. Maggio 1905.
29. Curti e Conti, Boll. d. Sc. Mediche. Fasc. II. 1908.
30. Delitala, Lo Sperimentale. Fasc. V. 1907.
31. Ducceschi, Lo Sperimentale. Vol. IXL. P. T. 1895.
32. —, Lo Sperimentale. Vol. L. P. T. 1896.
33. Fano e Zanda, Arch. per le sc. Mediche. Fasc. III, p. 365. Arch. de Med. exp. 1890. Riv. Clinica. 1893.

34. Farini e Vidoni, Lo Sperimentale. Giugno 1908.
35. Fichera, Arch. Ital. de Biol. 1905. Policlinico sez. chir. 1905.
36. —, Policlinico sez. chir. 1910.
37. Forsyth, Brist. M. I. t. 1508—1510. London 1907.
38. Galeotti, Arch. f. Mikr. Anat. u. Phys. Bd. 42. 1897.
39. Gley, Soc. de Biol. p. 551. Juillet 1891.
40. —, Soc. de Biol. p. 841. Dec. 1891.
41. —, Soc. de Biol. p. 843. Dec. 1891.
42. —, Arch. de Phys. norm. et pat. 1892—1893.
43. —, Soc. de Biol. p. 219. Fevr. 1893.
44. — et Phisalix, Soc. de Biol. Fevr. 1893.
45. —, Arch. de Phys. p. 766. 1893.
46. —, Congr. Internaz. de Medicine. Rome 1894. Arch. Ital. de Biol. T. XXII. 1895.
47. — et Nicolas, Soc. de Biol. p. 216. Mars 1895.
48. —, Bull. du museum d'hist. natur. N. I, p. 23. 1897.
49. —, Soc. de Biol. p. 18. Janvier 1897.
50. —, Soc. de Biol. p. 16. Janvier 1897.
51. —, Presse Medicale. p. 17. Janvier 1898.
52. —, C. R. du XII. Congr. de Med. 1897.
53. Hofmeister, Fortschr. d. Medic. Bd. 10. 1892.
54. —, Beitr. z. klinischen Chirurgie. 1894. Sem. Med. p. 277. 1894.
55. Kocker, Arch. f. Klin. Chir. 1883.
56. Jeandelize, *Insuffisance thiroïdienne et Paratiroidienne* (monografia). Paris 1903.
57. Luciani, Società Editr. Torinese. Vol. I. 1904.
58. Lupo, Progresso Medico. 1888.
59. Lusena, *Fisiopatologia dell'apparato tiroparatiroideo* (monografia: biblioteca della Clinica Moderna-Nicolai edit. Firenze). 1899.
60. —, Riforma Medica. n. 73. 1900.
61. —, Lo Sperimentale. 1904.
62. —, Riforma Medica. 1906.
63. Luzzatto, Riv. Veneta di Scienze Mediche. 1903.
64. —, Lo Sperimentale. Fasc. II, p. 237. 1904.
65. Mac Callum, W. G., Ass. Med. Americ. 1903.
66. — e Davidson, Medical News. Aprile 1905.
67. Manca, Lo Sperimentale. Fasc. IV. 1905.
68. Marinaresco, Semaine Medical. n. 25. 1905.
69. Massenti, Arch. Ital. de Biol. Fasc. II. Tom. XLV.
70. Meinert, Arch. f. Gymnacologie. Bd. 55, H. 2. 1898.
71. Moussu, C. R. de la Soc. de Biol. p. 280. Mars 1893.
72. —, C. R. de la Soc. de Biol. p. 394. Avril 1893.
73. —, Thèse. Paris 1896—97.
74. —, C. R. de la Soc. de Biol. p. 44. Janvier 1897.
75. —, C. R. de la Soc. de Biol. p. 867. Juillet 1898.
76. —, C. R. de la Soc. de Biol. 1899.
77. Pepere, *Le ghiandole paratiroidi*. (Monografia: Unione ed. libr. Torinese 1906).
78. —, Arch. de Med. exp. d'Anat. path. n. I. 1908.
79. —, Lo Sperimentale. Fasc. I. 1904.



80. Pepere, *Lo Sperimentale*. Fasc. V. 1905.
  81. Philippeau, *Soc. de Biol.* Nov. 1884.
  82. Pinto, *Riv. Medica*. n. 243, a. XVIII.
  83. Quadri, *Gazz. Med. Ital.* n. 7. Febbraio 1906.
  84. Quervain (de) *Virchows Arch.* p. 481. 1893.
  85. Reverden, *Revue med. Suisse Rom.* p. 539. 1882. *Soc. Med. de Geneve*.  
Sept. 1882.
  86. —, *Rev. med. Suisse Rom.* N. 4, N. 5, N. 6. 1883.
  87. Richon et Jeandelize, *C. R. de la Soc. de Biol.* I, VIII. Nancj 1903.
  88. Rogowitch, *Arch. de Physiol.* t. II, p. 418. 1888.
  89. Rossi, *Il Tommasi*. n. 5. 1908.
  90. —, *Boll. Soc. Med. Chir. di Modena*. Vol. 1897, 98, 99.
  91. Rouxau, *Soc. de Biol.* p. 970. Nov. 1886.
  92. —, *Arch. de Phys.* p. 136. 1897.
  93. Sanquirico e Canalis, *Arch. per le Sc. Med.* p. 215. 1884.
  94. Schiff, *Rev. Méd. Suisse Rom.* p. 215. 1884. *Recueil des mémoires physiologiques de Schiff*. 1898.
  95. Schmidt, *Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol.* t. CXLVIII. 1897.
  96. Schwarz, *Lo Sperimentale*. Fasc. I, vol. XLVII. 1892.
  97. Segale, *Arch. per le Sc. Med.* Vol. XXX. n. 14.
  98. Tizzoni e Centanni, *Arch. per le Sc. Med.* p. 315. 1890.
  99. Traina, *Il policlinico*. 1898.
  100. —, *Boll. Soc. Med. Chir. di Pavia*. n. III. 1903.
  101. Vassale, *Riv. sperim. di Freniatria* a. 1891—1896.
  102. —, *Boll. Soc. Med. Chir. di Modena* a. 1897—1900, 1905.
  103. — e Brazza, *Riv. Sperim. di Freniatria*. 1893.
  104. — e Donaggio, *Riv. Sperim. di Freniatria*. 1897. *Arch. Ital. de Biol.* 1897.
  105. — e Friedmann, *Riforma Medica*. 1897.
  106. — e Generali, *Boll. d. Soc. Med. Chir. di Modena*. 1896—1898.
  107. — e —, *Boll. d. Soc. Med. Chir. di Modena*. 1899—1901. *Riforma Medica*.  
1897, 1898, 1900, 1901, 1905. *Riv. Sperim. di Freniatria*. 1896—1901.
  108. — e Rossi, *Riv. Sperim. di Freniatria*. 1893.
  109. Velah, *Journ. of Anat. a. Physiol.* 1898
  110. Von Eecke, *Arch. Internaz. de Pharmacodynamie*. Vol. IV. 1897.
  111. Verstraeten et Vanderlinden, *Ann. de la Soc. de Méd. de Grand*. 1897.
  112. Walter Edmunds, *The Lancet*. Maggio 1901.
  113. —, *Brist. Med. Journal*. 1901.
  114. —, *Proceedings of the Physiol. Soc.* Maggio 1895. *Journ. of Pathol. a. Bacter.* p. 488. 1896—1899.
  115. Welsch, *Journ. of Pathol. a. Bacter.* 1898.
  116. Zanfognini, *Boll. Acc. di Genova*. n. 3. 1903.
  117. —, *Boll. Soc. Med. Chir. di Modena*. Dicembre 1907.
-

# Referat.

Von

**Fr. Kopsch.**

---

**A. Ónodi.** *Die Nebenhöhlen der Nase beim Kinde.* 102 Präparate in natürlicher Grösse nach photographischen Aufnahmen dargestellt. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. W. Waldeyer. Würzburg 1911. Curt Kabitzsch 8°. 24 S., 102 Tafeln. Preis M. 20.—.

Über die Nebenhöhlen der Nase bei Kindern fehlten bisher zusammenhängende Untersuchungen. Was über die Ausbildung und das Wachstum dieser Höhlen in der Literatur vorhanden ist, besteht aus allgemein gehaltenen kurzen Angaben.

Es ist ja natürlich, daß die Beschreibung in den anatomischen Lehrbüchern wesentlich den Erwachsenen betrifft, doch werden Altersunterschiede vielfach erwähnt, wo ein besonderes wissenschaftliches oder praktisches Interesse es erfordert.

Die Ausbildung der Nebenhöhlen der Nase während des Kindesalters ist allerdings ein bisher wenig bearbeitetes Gebiet, was wohl zum Teil seinen Grund in der schwierigen Beschaffung des Materials hat.

Ónodi hat an Feten, Neugeborenen, Kindern vom 1. Monat bis zum 19. Jahr die Formverhältnisse und die Grösse der Nasennebenhöhlen untersucht unter Anfertigung von Schnitten, welche entsprechend den drei Hauptebenen des Körpers durch die betreffende Region des Kopfes gehen. Die Schnitte sind photographiert, mit Hinweislinien versehen und photomechanisch reproduziert. Jede Abbildung steht allein auf einer Tafel; die gegenüberstehende Seite enthält die Erklärung in deutscher, französischer, englischer Sprache.

Auf 24 Seiten Text sind die Resultate zusammengefaßt unter Besprechung der Literatur.

---

Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

---

# Gesammelte Werke

von

# Robert Koch.

Unter Mitwirkung

von

**Prof. Dr. G. Gaffky,**

Geh. Ober-Med.-Rat und Direktor des  
Instituts für Infektionskrankh. in Berlin

**Prof. Dr. E. Pfuhl,**

General-Ober-Arzt a. D.  
in Berlin

herausgegeben

von

**Prof. Dr. J. Schwalbe,**

Geh. San.-Rat in Berlin.

---

Mit 194 Textabbildungen, 45 teils farbigen Tafeln,  
einem Porträt und der Grabstätte im Institut „Robert Koch“.

**Drei Bände. Gr.-Lex.-8°.**

**Kartoniert M. 80.—, gebunden M. 88.—.**

Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

---

# Taschenbuch der klinischen Hämatologie

von

Dr. von Domarus,

Assistent an der II. medizinischen Klinik in München.

Mit einer farbigen Doppeltafel und einem Anhang:

**Röntgenbehandlung bei Erkrankungen des Blutes und der blut-  
bereitenden Organe** von Prof. H. Rieder.

Geb. M. 4.—.

---

# Lehrbuch der Krankheiten des Säuglings

von

Dr. A. Lésage,

Paris.

Übersetzt und mit Anmerkungen versehen von Prof. Dr. Rud. Fischl, Prag.

————— Mit 73 Abbildungen. —————

M. 12.—, geb. M. 13.—.

---

# Grundriss der Biochemie

von

Prof. Dr. C. Oppenheimer,

Berlin.

Geb. M. 9.—.

---

# Chemische Methodik für Ärzte

von

Prof. Dr. C. Oppenheimer,

Berlin.

**Zweite Auflage**, bearbeitet von Dr. W. Glikin.

M. 2.40.

12,080

# Internationale Monatsschrift

für

# Anatomie und Physiologie.

---

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan, S. Ramón y Cajal in Madrid, H. F. Formad in Philadelphia, C. Golgi in Pavia, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge, G. Retzius in Stockholm

**E. A. Schäfer**

in Edinburg

**L. Testut**

in Lyon

und

**Fr. Kopsch**

in Berlin.

Band XXIX. Heft 7/9.

---

LEIPZIG 1912

Verlag von Georg Thieme.

# I n h a l t.

	Seite
<b>Livio Fiori</b> , Ricerche sulle relazioni morfologiche fra leucociti, globuli rossi e cellule del connettivo. (Con Tav. XII) . . . . .	321
<b>Rud. Hürlimann</b> , Die arteriellen Kopfgefäße der Katze. (Mit Tafel XIII und 4 Textfiguren) . . . . .	371
<b>Dr. Giuseppe D'Agata</b> , Sulla genesi del grasso e sulle modificazioni dell'apparato mitocondriale nell'intossicazione difterica. (Con Tav. XIV) . . . . .	443
<b>Dr. Giuseppe D'Agata</b> , Autolisi asettica e forme mieliniche postmortali . . . . .	460
<b>Fr. Kopsch</b> , Referate . . . . .	471

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 50 Sonderabdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden direkt an die Redaktion: Prof. Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf bei Berlin, Kaiserplatz 2, erbeten.

*Reprints. Contributors desiring more than 50 extra copies of their articles can obtain them at reasonable rates by application to the publisher Georg Thieme, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Germany.*

*Contributions* (French, English, German, Italian or Latin) should be sent to the associate editors or to the editor Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf by Berlin, Kaiserplatz 2.

*Avis.* Les auteurs des mémoires insérés dans ce journal qui désireront plus de 50 tirages à part de leurs articles, les obtiendront à des prix modérés en s'adressant à M. Georg Thieme, libraire-éditeur, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Allemagne.

Les articles écrits *en allemand, en anglais, en français, en italien ou en latin* doivent être adressés à l'un des Professeurs qui publient le journal, ou à M. Fr. Kopsch à Wilmersdorf près de Berlin, Kaiserplatz 2.

## Die bisher erschienenen Bände kosten:

Bd.	I		M.	40.—	Bd.	XV		M.	73.—
"	II	"	"	52.—	"	XVI	"	"	70.50.
"	III	"	"	47.50.	"	XVII	"	"	65.—
"	IV	"	"	72.—	"	XVIII	"	"	75.—
"	V	"	"	63.—	"	XIX	"	"	50.—
"	VI	"	"	77.50.	"	XX	"	"	59.—
"	VII	"	"	87.—	"	XXI	"	"	70.—
"	VIII	"	"	100.—	"	XXII	"	"	50.—
"	IX	"	"	76.30.	"	XXIII	"	"	55.—
"	X	"	"	93.50.	"	XXIV	"	"	78.—
"	XI	"	"	92.60.	"	XXV	"	"	56.—
"	XII	"	"	79.—	"	XXVI	"	"	60.—
"	XIII	"	"	76.10.	"	XXVII	"	"	78.60.
"	XIV	"	"	48.30.	"	XXVIII	"	"	70.—

Bd. I—XXV statt M. 1706.30 nur **M. 1200.— bar.**

# Ricerche sulle relazioni morfologiche fra leucociti, globuli rossi e cellule del connettivo.

Di

**Livio Fiorio.**

(Colla Tav. XII.)

## Indice.

I° Introduzione . . . . .	321
II° Tecnica . . . . .	324
III° Rana . . . . .	325
1° Sangue di Rana . . . . .	325
2° Midollo osseo di Rana . . . . .	326
3° La milza . . . . .	330
4° Dissanguamento, ed estirpazione della milza . . . . .	331
a) Esperimenti di dissanguamento . . . . .	332
b) Estirpazione della milza . . . . .	337
5° Esperimenti con corpi estranei . . . . .	338
a) Esperimenti con corpi estranei isolati . . . . .	338
b) Esperimenti con corpi estranei non isolati . . . . .	347
6° I corpi citoplasmatici nella Rana e i corpi plasmosomici nei mam- miferi . . . . .	350
IV° Esperimenti sulle Cavie . . . . .	354
a) Esperimenti con corpi estranei isolati . . . . .	354
b) Esperimenti con corpi estranei a diretto contatto coi tessuti . . . . .	356
V° Considerazioni sui corpi estranei nelle Rane e nelle Cavie . . . . .	363
VI° Conclusioni . . . . .	365
VII° Spiegazione della tavola . . . . .	369

## I° Introduzione.

Con queste ricerche mi ero proposto anzitutto di studiare se, ed in quali condizioni, i leucociti possano trasformarsi in cellule del connettivo: per far ciò mi servii da principio della *Rana* (*Rana esculenta* L.) essendo l'animale che si può avere con maggiore facilità. In rapporto a queste ricerche credetti però opportuno studiare quale fosse la ge-

nesi delle varie forme leucocitarie nella *Rana* stessa e quali i rapporti dei leucociti coi globuli rossi, e quindi l'importanza dei maggiori organi ematopoietici: il midollo osseo e la milza.

In seguito ai risultati ottenuti nella *Rana* circa i rapporti fra leucociti e connettivo, feci pure esperimenti allo stesso scopo sopra un certo numero di *Cavie*, tanto più che ricerche simili erano state condotte, specialmente dal *Maximow*) sul piccione, sul cane e sul coniglio.

Prima di passare ad esporre il risultato dei miei esperimenti, riorderò, sia pure di sfuggita, la questione leucocitaria e le principali teorie che ad essa si riferiscono; poi, dato un cenno sulla tecnica seguita, riassumerò le ricerche sugli organi ematopoietici e sui leucociti della *Rana*, per passare quindi agli altri esperimenti nella *Rana* e nella *Cavia*, ai quali sopra ho accennato.

Lo studio degli elementi figurati del sangue (e quindi dei leucociti) risale a molti anni addietro, e, per quanto numerose, anzi innumerevoli siano state le ricerche su tale argomento, pure molti punti oscuri sono rimasti ed opinioni spesso fra loro opposte caddero, o parvero cadere, per poi risorgere, nel lungo periodo che, dalle prime ricerche, arriva ai giorni nostri.

Specialmente per ciò che riguarda i globuli bianchi, le opinioni e le teorie sulla loro genesi e significato sono ancor oggi assai discordi, e il problema appare sempre complicato, dato il grande numero di questioni e di fatti che ai leucociti si riannodano.

Molto giustamente osserva il *Corti* <sup>1)</sup> che, di fronte al grandissimo numero di studi sui leucociti, condotti, specialmente dal punto di vista medico sui *Mammiferi*, sono povere e manchevoli, le ricerche metodiche comparative: è successo così che si son fatte ricerche sperimentali su diversi animali applicando per essi le stesse conoscenze acquisite per il sangue umano. Si aggiunga a ciò la confusione che è regnata e che tuttora qualche volta si ritrova nella nomenclatura usata dai diversi ricercatori, e si comprenderà quanto riuscirebbe difficile, se non addirittura impossibile fare un chiaro e completo riassunto di ciò che fino ad oggi è stato detto sul complesso argomento.

---

<sup>1)</sup> Mon. Zool. It. Nr. 4. 1906.



Il maggior numero di ricerche è stato fatto su *Mammiferi*, e da questi studi si trassero parecchie teorie delle quali ricorderò le più importanti.

La principale delle teorie che vien seguita dalla maggioranza degli autori è quella di *Ehrlich*<sup>1)</sup>, che distingue tutti i globuli bianchi in due grandi branche, secondo la supposta loro origine indipendente: i *linfociti*, e i *mielociti*. — I *linfociti* comprenderebbero i mononucleati piccoli e medi e si originerebbero nella milza, tessuto e ghiandole linfatiche e follicoli dell'intestino; i *mielociti* avrebbero origine dal midollo osseo e sarebbero dati dai grandi mononucleati, dalle forme di passaggio e dai polinucleati i quali ultimi, per le granulazioni in essi contenute vanno suddivisi in tre sottospecie principali: a granulazioni neutrofile, a granulazioni eosinofile e a granulazioni basofile.

Dai grandi mononucleati si originerebbero in circolo i polinucleati per successive trasformazioni dei primi a forme di passaggio con nucleo caratteristico a ferro di cavallo, poi nucleo polimorfo e contemporanea elaborazione di granulazioni nel citoplasma: non tutti i polinucleati avrebbero però tale origine. I mononucleati si possono anche chiamare *leucociti senza granulazioni*, gli altri, *leucociti con granulazioni*.

*Ouskow* e *Grawitz*<sup>2)</sup> fanno derivare tutti i leucociti da un'unica forma fondamentale che sarebbe il *piccolo linfocita*. — Anche il *Neumann*<sup>3)</sup> studiando il sangue della *Rana* si schiera cogli unicisti dichiarando che le diverse forme dei leucociti formano una serie continua di cui gli estremi sono i *linfociti* e i *polinucleati*.

Il *Pappenheim*<sup>4)</sup> allarga il concetto unicista anche agli eritrociti, affermando che tanto i globuli bianchi quanto i rossi derivano da un'unica cellula che chiama *ematogonio*: da questa deriverebbero da un lato i megaloblasti, da questi i normoblasti e i globuli rossi; da un altro i mielociti e quindi tutti i leucociti granulosi; da un terzo tutti i mononucleati. L'ematogonio corrisponde secondo *Pappenheim*

1) *C. Levaditi*, Le leucocyte et ses granulations. „Scientia“ 1902. Nr. 15, 16.

2) *A. Corti*, Mon. Zool. It. Nr. 4. 1906.

3) *Virchows Archiv*, 174. Bd. 1903.

4) *Virchows Archiv*, 157. Bd. 1899. — Mon. Zool. It. Nr. 4. 1906.

al grosso linfocita. L'A. dissente da *Ehrlich* oltre che ammettendo una stessa origine pei mononucleati e polinucleati anche negando la trasformazione in circolo dei primi nei secondi. Inoltre, pur ammettendo come gli altri unicisti l'unità d'origine di tutti i leucociti, egli stabilisce come elemento primordiale non il piccolo linfocito, ma il linfocito grosso, dal quale il primo avrebbe origine per riduzione.

Le teorie ora brevemente esposte, date la complessità del problema, le difficoltà delle ricerche istologiche sul sangue e gli organi emopoietici, e il modo vario di ricerca e di interpretazione dei risultati ottenuti, trovarono e trovano tuttora validi sostenitori e critici autorevoli.

Recentemente il *Patella*<sup>1)</sup> enunciò una nuova ed ardita teoria sull'origine e il significato anatomico dei mononucleati che, secondo lui deriverebbero dalle *cellule endoteliali* dei vasi per sfaldamento, per cui i mononucleati sarebbero cellule degenerate dell'endotelio vasale.

Per quanto la teoria sia ardita e geniale pure troppe e gravi critiche si possono muovere e si sono mosse ad essa; basti ricordare gli scritti recenti del *Corti*<sup>2)</sup> e del *Ferrata*<sup>3)</sup> i quali con argomentazione profonda e con accurate ricerche l'hanno combattuta.

Alla questione fondamentale sull'origine dei leucociti si riannodano altri problemi sulla mobilità, sulla sensibilità chemiotassica e il potere fagocitario, sulla specificità delle granulazioni, sulla capacità di trasformarsi in cellule di altri tessuti (connettivo) ecc., ma di ciò non farò cenno perché troppo ci dovremmo dilungare.

## II<sup>o</sup> Tecnica.

Prima d'intraprendere regolari ricerche provai diversi metodi di fissazione e colorazione; ottenni ottimi e costanti risultati usando come fissativo la *soluzione satura di sublimato* a freddo, nella quale lasciavo i preparati per circa 20 minuti, trattandosi di organi o parti di essi molto piccoli; passavo quindi in alcooli a 70° per altrettanto

---

<sup>1)</sup> *V. Patella*, I leucociti non granulosi del sangue. Siena 1906.

<sup>2)</sup> *Mon. Zool. Ital.* Nr. 4, 1906; Nr. 11, 1906.

<sup>3)</sup> *Il Commaso*, Nr. 4, 1906; *La Riforma medica* Nr. 7, 1906.

tempo, poi in alcool 90° iodato per 12—24 ore, quindi eseguire i soliti passaggi fino all'inclusione in paraffina. Tagliai le sezioni, in generale, dello spessore di  $7\mu$ ; non mai più grosse. Per l'osservazione del sangue circolante provai pure parecchi metodi di fissazione; mi persuasi così che il fissaggio al calore tanto sostenuto dal *Patella* e da altri non è certo il più adatto per uno studio accurato delle strutture cellulari minute per cui è sempre da preferirsi la fissazione per via chimica o l'esame a fresco. Quanto alla colorazione trovai più conveniente d'ogni altra quella col *Triacido di Ehrlich* sebbene si ottengano buone colorazioni specialmente nucleari con parecchie altre sostanze coloranti quali l'*ematossilina di Carazzi*, la *tionina* ecc.

Per la colorazione a fresco mi servii del *Brillantkresylblau*.

### III° Rana.

Prima di parlare dei singoli esperimenti e analizzarne i risultati credo opportuno ricordare molto brevemente quali siano gli elementi del sangue di *Rana*.

#### a) Sangue di *Rana*.

Il sangue di *Rana* è dato da eritrociti a forma ellittica, nucleati, con nucleo centrale pure ellittico; essi sono di dimensioni superiori a quelle dei leucociti (Fig. 1, num. 1, 2) avendo una lunghezza di 22—24  $\mu$  su una larghezza di 15 circa, mentre i leucociti, che appaiono di solito rotondeggianti, hanno un diametro che oscilla fra 7—8 e 13—14  $\mu$ . I leucociti potremmo suddividerli in mononucleati e polinucleati (o a nucleo polimorfo); dei primi i più piccoli corrispondono ai linfotici ed hanno citoplasma scarsissimo (Fig. 1, num. 3, 4), i più grandi ai medi (Fig. 1, num. 5), e grandi mononucleati con citoplasma sempre più ricco (Fig. 1, num. 6). — Come giustamente osserva il *Neumann*, non si hanno notevoli differenze di struttura fra i primi e i secondi tolta la maggiore quantità di citoplasma nei grandi. Vi sono poi le forme di passaggio con nucleo reniforme (Fig. 1, num. 7) più o meno strozzato, e infine i polinucleati (Fig. 1, num. 8, 9, 10) di cui una parte presenta il citoplasma ripieno di numerosissime e splendenti granulazioni eosinofile (Fig. 1, num. 11). Pare dimostrato

che di solito, nel sangue circolante predominano sugli altri i leucociti polinucleati (*Ranvier*, *Rindfleisch*, *Neumann*<sup>1)</sup> ecc.). Altri elementi importanti del sangue di *Rana* sono gli ematoblasti (*Hayem*) (Fig. 1, num. 12) a forma fusata, che rappresentano uno stadio giovane di eritrociti e che si possono facilmente scambiare con leucociti: essi hanno dimensioni minori dei globuli rossi ma generalmente sono più lunghi dei leucociti.

#### b) *Midollo osseo di Rana.*

Il midollo osseo della *Rana* si può isolare con facilità specialmente nel femore, schiacciando con precauzione l'osso. Il midollo osseo del femore (come quello delle altre ossa lunghe) si potrebbe distinguere in due regioni, una periferica, ricchissima di cellule ematopoietiche, l'altra interna, formata da un tessuto adiposo nel quale a piccoli gruppi si trovano cellule simili a quelle della prima regione.

Per noi è molto importante il tessuto mieloide della Ia regione, mentre quello adiposo della IIa, in condizioni normali ha importanza affatto secondaria.

Nel tessuto mieloide della *Rana esculenta* appaiono subito come di gran lunga predominanti le cellule mononucleate. Buon numero di queste (talvolta circa la metà) ci è dato da piccole cellule con citoplasma spesso non visibile, nucleo rotondeggiante, membrana nucleare spessa e cromatina raccolta in pochi e grossi granuli rilegati da brevi cordoni cromatici: tutte queste parti del nucleo si colorano in bleu intenso col *Triacido di Ehrlich*, il succo nucleare in bleu più pallido; il pochissimo citoplasma che forma come un esile anello intorno al nucleo ha colorazione roseo-violacea (Fig. 2 e Fig. 3 a). Questi elementi per insensibili gradazioni passano ad altri in cui il citoplasma è leggermente aumentato: anche il nucleo si è pure un po' ingrandito. La maggior parte di queste cellule ha però gli stessi caratteri strutturali di quelle prima descritte; in altre invece comincia a comparire nel nucleo un corpicciuolo che assume le dimensioni di un grosso granulo di cromatina, ma dà una reazione colorante diversa: col Tria-

<sup>1)</sup> Virchows Archiv, 174. Bd. 1903.

cido di Ehrlich infatti si colora in rosso-violaceo e potremo chiamarlo *nucleolo* (Fig. 2 e Fig. 3 *b*); le forme fin'ora descritte hanno gli stessi caratteri dei linfociti del sangue circolante: potremo chiamarli *piccoli mielociti*. Questi elementi midollari però sono capaci d'un ulteriore sviluppo, specialmente per l'aumento del citoplasma; si ottengono in tal modo le *medie e grandi cellule mononucleate midollari* che si trovano nel midollo in quantità sempre notevole (Fig. 2 e Fig. 3, *mm*, *gm*): la grande quantità di forme di passaggio che dal piccolo mononucleato ci porta ai grandi mononucleati dimostra in modo indubbio l'origine di questi da quelli; tuttavia i mononucleati sono capaci di moltiplicarsi, per cui qua e là ne possiamo trovare alcuni in cariocinesi.

Nei grandi mononucleati del midollo si ritrovano i caratteri del grande mononucleato del sangue circolante: essi hanno citoplasma molto più abbondante dei piccoli mielociti, omogeneo o finemente granulare. Il nucleo ha forma rotondeggiante che passa però facilmente ad una forma un po' irregolare in cui il contorno è a tratti pianeggiante: da questo si ottiene un nucleo leggermente allungato in cui si va accentuando uno strozzamento nel mezzo: sono le forme di passaggio che collegano i mononucleati coi polinucleati. In tutti questi nuclei è sempre evidente una robusta membrana nucleare; la cromatina appare disposta in numerosi granuli di varia grandezza e in leggeri cordoncini cromatici; assai spesso si trova nel nucleo un nucleolo o anche due, di forma e volume variabili.

Ai grandi mononucleati midollari si collegano direttamente i *polinucleati non granulari* (Fig. 2, *pl*): questi ultimi sono in generale poco numerosi nel midollo osseo, mentre nel sangue circolante prevalgono sui mononucleati: questo fatto fu ripetutamente provato e dimostra la capacità di evoluzione in circolo degli uni negli altri. Però il fenomeno avviene anche nel midollo osseo: abbiamo già accennato agli aspetti diversi che assume il nucleo del mononucleato midollare fino a raggiungere quello a biscotto, caratteristico delle forme di passaggio dei leucociti di tutti i vertebrati.

Da questo stadio il nucleo dell'elemento midollare passa ad una varietà grandissima di forme nucleari che costituiscono i così detti

*nuclei polimorfi*: in essi la cromatina è sempre disposta come nei grandi mononucleati in granuli e cordoncini irregolari: in questi polinucleati non granulari il nucleolo (o nucleoli) non si trova sempre.

Altri elementi importanti e numerosi si trovano nel midollo osseo: i *mielociti eosinofili*. Sono in parte mononucleati, in parte polinucleati, e risaltano subito per le granulazioni ossifile splendenti contenute nel loro citoplasma (Fig. 2, e): queste cellule entrando in circolo costituiscono i leucociti eosinofili, che in generale hanno allora nucleo polimorfo.

Le cellule eosinofile del midollo osseo si ricollegano pur esse, come gli altri polinucleati, ai grandi mononucleati.

Vedemmo come il nucleo di questi ultimi contenga assai spesso un nucleolo che, col *Triacido di Ehrlich*, si colora in rosso violaceo, differenziandosi nettamente dai granuli e cordoni di cromatina colorantesi in bleu intenso (Fig. 2, gm). Ora si osserva che in alcuni di questi mononucleati il nucleolo si avvicina alla membrana nucleare e da essa fuoriesce passando nel citoplasma (Fig. 3): in tutti i midolli ossei di *Rana* si possono infatti osservare alcuni grossi mononucleati contenenti un *corpo* che possiamo chiamare *citoplasmatico* che presenta le stesse reazioni e le stesse caratteristiche del nucleolo di tali cellule (Fig. 3): a questo stadio il nucleo del mononucleato è spesso sprovvisto di nucleolo oppure ne contiene uno o due assai piccoli, forse frammenti di quello passato nel citoplasma.

Il nucleolo (e qualche volta più d'uno) si riforma rapidamente nell'interno del nucleo, e raggiunto un certo sviluppo fuoriesce a sua volta nel citoplasma: questo duplice fatto del riformarsi e fuoruscire del nucleolo si ripete facilmente più d'una volta nella stessa cellula, poichè in parecchi dei mononucleati in questione i voluminosi corpi citoplasmatici sono più d'uno, talvolta anche tre o quattro (Fig. 4, num. 3).

Altri fatti importanti però seguono a questi, e di essi possiamo seguire facilmente lo svolgimento esaminando dei preparati colorati col *Triacido di Ehrlich*. I corpi citoplasmatici che, appena divenuti tali, danno la stessa reazione colorante e hanno lo stesso aspetto che avevano nel nucleo, si frammentano in porzioni più piccole, mentre

la loro costituzione chimica si modifica, come appare dal sensibile mutamento di reazione colorante (Fig. 4, num. 4, 5, 6) che si avvicina assai a quella delle granulazioni eosinofile, specialmente per alcuni dei corpi (o frammenti) citoplasmatici che, con tutta probabilità, da maggior tempo si trovano nel citoplasma. La frammentazione ed il processo isto-chimico procedono fino a che compaiono nel citoplasma del mononucleato delle vere e proprie granulazioni eosinofile a lato delle quali si possono vedere ancora dei corpi citoplasmatici in cui l'evoluzione sopra descritta va svolgendosi (Fig. 4, num. 7). Dopo che le granulazioni eosinofile si sono del tutto formate, il mielecito conserva il nucleo unico (e così sono forse la maggior parte dei mieleciti eosinofili) (Fig. 4, num. 8, 9) ma può anche presentare la forma caratteristica di passaggio o diventare addirittura polimorfo (Fig. 4, num. 10, 11, 12): di solito negli eosinofili il nucleolo si trova raramente.

Tale processo di formazione delle granulazioni eosinofile in seno a cellule che all'inizio di esso hanno tutti i caratteri dei grandi mononucleati midollari, si può seguire più o meno facilmente nel midollo osseo di tutte le *Rane*, sieno esse in condizioni normali che digiune o dissanguate ecc. . . . Sembra però che il processo si manifesti più attivo negli individui normali e nutriti: in ogni caso però le cellule eosinofile si trovano sempre numerose nel midollo osseo e vi formano una specie di riserva. —

Nel midollo osseo della *Rana* si hanno infine gli *ematoblasti* e le cellule che da essi prendono origine. Appaiono come elementi a forma più o meno fusata, nucleo tondo od ovalare e citoplasma spesso granuloso: la formazione degli ematoblasti da cui derivano poi gli eritrociti non appare troppo chiara nel midollo osseo normale; ma di questi fatti ci occuperemo parlando degli esperimenti di dissanguamento.

Da questa succinta analisi degli elementi ematopoietici del midollo osseo della *Rana*, risulta come tutte le forme leucocitarie del sangue circolante siano in esso rappresentate, e quale sia il legame che esiste fra di loro nelle graduali trasformazioni che essi presentano in quest'organo: *i linfociti corrispondono ai piccoli elementi mononucleati midollari con scarso citoplasma; i medi e i grandi mononucleati del sangue sono rappresentati dai medi e grandi mononucleati*

*midollari: questi elementi ci appaiono subito assai importanti perchè da essi derivano i mielociti eosinofili per una serie di processi in cui ha parte attiva il nucleo; dai grandi mononucleati midollari derivano ancora i polinucleati midollari che entrando in circolo si aggiungono agli altri leucociti a nucleo polimorfo del sangue, parte dei quali sono dovuti a grandi mononucleati trasformati in circolo.*

### 3°. *La milza.*

Senza fare una descrizione anatomica minuta di quest'organo, dirò che esso ci presenta subito un aspetto completamente diverso da quello del midollo osseo. Nella milza normale (tenuto conto delle variazioni più o meno grandi che in essa si manifestano da un animale ad un altro), si osserva come fenomeno generale la presenza di un numero grandissimo di eritrociti in distruzione (Fig. 5, num. 1—4), e un conseguente accumulo di pigmento giallastro. La distruzione degli eritrociti, non avviene per fagocitosi: essi vengono distrutti e ridotti in grumi di pigmento dalle sostanze secrete dalle cellule della milza stessa. In generale gli elementi della polpa splenica hanno un nucleo ovalare, reticolo cromatico ben netto, e qualche volta uno o due nucleoli che col *Triacido di Ehrlich* si colorano in rosso violaceo: ora è dato spesso di vedere come questi corpicciuoli fuoriescano dal nucleo nel citoplasma: quivi giunti non appare che si frammentino: rimangono di forma rotondeggiante e presentano una colorazione rosso-brillante. Queste cellule hanno caratteri di elementi fissi, a contorni cellulari irregolari come tutti gli altri elementi della polpa splenica, e che si confondono colla sottile rete di connettivo che costituisce il sistema trabecolare: La produzione di corpi citoplasmatici per parte del nucleo, è verosimilmente in rapporto con la speciale funzione secretrice per la distruzione degli eritrociti, ma di ciò ci occuperemo più diffusamente, parlando degli esperimenti di dissanguamento ed estirpazione di milza.

I grandi ammassi di pigmento che risultano dalla distruzione degli eritrociti vengono via via fagocitati (almeno in parte), da leucociti (in generale grandi mononucleati o polimorfi non eosinofili), in cui il nucleo è spinto contro il margine cellulare dall'accumulo di pi-



gimento che si stipa nel citoplasma (Fig. 5, *a-c*): tali leucociti, emigrando nell'intestino eliminano dall'organismo questi materiali (*Enriques*). Essi però sono con tutta probabilità di origine midollare: nella milza della Rana normale non si ha formazione apprezzabile di leucociti, siano essi piccoli mononucleati che grandi mononucleati o polinucleati, eosinofili o meno: gli elementi della polpa splenica hanno caratteri che ben differiscono specialmente da quelli delle forme giovani dei leucociti. Si trovano tuttavia in tutte le milze pochissimi mononucleati grandi o piccoli (linfociti) che, appunto per il loro speciale aspetto si vedono facilmente fra le cellule spleniche: si ha poi un certo numero di leucociti eosinofili sempre però in quantità tale da poter ammettere come assai probabile la loro provenienza dal sangue circolante.

*Da tutto ciò risulta come la milza allo stato normale non abbia nessuna parte importante nella produzione di leucociti; il principale processo morfogenetico che in essa ci appare è quello della distruzione degli eritrociti che vengono ridotti in granuli grossolani di pigmento.*

#### *4°. Dissanguamento, ed estirpazione della milza.*

Per renderci conto con evidenza dell'importanza ematopoietica della milza e del midollo osseo si dovrebbero istituire due ordini di esperimenti in modo da stabilire una specie di prova e controprova: provocare cioè delle notevoli perdite di sangue nell'animale, o sopprimere l'uno o l'altro dei due organi ematopoietici. Ma, se l'estirpazione della milza non offre gravi difficoltà è invece addirittura impossibile sopprimere o isolare il midollo osseo senza uccidere l'animale. Non ci restano quindi che il dissanguamento e l'estirpazione di milza.

Molte ricerche sono state fatte su moltissimi Vertebrati per determinare l'importanza singola degli organi ematopoietici provocando il dissanguamento parziale o totale ed estirpando la milza. Da parecchio tempo *Bizzozero*, *Neumann*, ed altri stabilirono la grande importanza che, in generale ha il midollo osseo nella rigenerazione degli eritrociti, rigenerazione che prima di loro veniva generalmente attribuita agli elementi della linfa e del chilo. *Neumann*<sup>1)</sup> affermò che

<sup>1)</sup> Virchows Archiv, 174. Bd., 1903.

nella *Rana* si può considerare il midollo osseo come la principalissima sede di formazione dei leucociti; *Hayem* invece facendo precedentemente esperimenti di dissanguamento sulle *Rane*<sup>1)</sup>, dice che il midollo osseo non presenta modificazioni istologiche notevoli.

Non so poi se alcuno abbia cercato di studiare il sangue e gli organi ematopoietici della *Rana* seguendo il concetto di *Pappenheim*, cercando cioè in questi ultimi l'anello di congiunzione fra leucociti ed eritrociti.

Ed ora veniamo ai nostri esperimenti.

a) *Esperimenti di dissanguamento.* Provocando nelle *Rane* il dissanguamento completo o quasi completo mediante lacerazione della vena addominale, gli animali non vivono che pochi giorni, ma la reazione negli organi ematopoietici si manifesta però ugualmente e con grande rapidità.

Se osserviamo il midollo osseo e la milza di una *Rana* uccisa dopo due giorni dal dissanguamento troviamo che nel midollo osseo le cellule midollari ematopoietiche si moltiplicano assai attivamente e si propagano anche nella regione adiposa dove, più frequentemente che alla periferia si notano delle cellule a tipo medio e grande mononucleato, di solito con nucleolo, trasformarsi gradatamente assumendo una forma sempre più spiccatamente fusata (Fig. 6). Ho detto che queste cellule prendono origine da elementi midollari che si possono identificare coi medi e grandi mononucleati; ciò appare molto evidente poichè quando la cellula che diventerà fusata accenna in maniera appena percettibile, ma sicura, alla nuova forma che sta per assumere, ci presenta tutte le caratteristiche del mononucleato grande o medio, sia nelle sue particolarità nucleari che nella costituzione del citoplasma (Fig. 6, num. 1, 2, 3). Presto però in quest'ultimo si manifestano dei mutamenti: appaiono cioè in esso dei minutissimi granuli (Fig. 6, n. 4) dapprima poco visibili, poi sempre più distinti, coll'accentuarsi della forma a fuso (Fig. 6, n. 5, 6). L'apparizione di queste minute granulazioni avviene talvolta assai presto, quando la cellula accenna appena ad

---

<sup>1)</sup> Du Sang et de ses alterations anatomiques. Paris 1889.

assumere la forma a fuso, e non è chiaro il loro meccanismo di formazione. Forse sono dovute ad elaborazione del nucleo come è indotto a credere anche *Cesaris Demel*<sup>1)</sup> per le minute granulazioni da lui studiate negli eritrociti della *Lampreda* ritrovate in quelli dei girini di *Bufo vulgaris* e di *Rana esculenta*, prima della metamorfosi, è descritta da *Cuénot* negli eritroblasti di altri Vertebrati: il *Cesaris Demel* attribuisce ad esse una facoltà emoglobigena per elaborazione di una sostanza trovantesi nel plasma. Queste granulazioni aumentano nel citoplasma (Fig. 6, num. 7, 8, 9) e sembra che a un certo punto si fondano qua e là insieme, specialmente agli estremi della cellula (Fig. 6, num. 9, 10) finchè si accenna la comparsa dell'emoglobina. Dopo ciò l'ematoblasto diventerà un eritrocito vero e proprio (Fig. 6, num. 11, 12). In questo modo si originano nella *Rana* le così dette *cellule spirali* e gli *eritoblasti* o *ematoblasti* (*Hayem*) che entrano poi in circolazione e si trasformano definitivamente in globuli rossi. Alle modificazioni del citoplasma si accompagnano quelle del nucleo che subisce specialmente negli ultimi stadi un rimaneggiamento importante in seguito al quale assume l'aspetto ellissoide e la reazione del nucleo degli eritrociti, sempre sensibilmente diversa da quella del nucleo dei mononucleati da cui questi ematoblasti si originano (Cfr. num. 1, 2 e num. 12). Durante questa evoluzione nucleare si osserva pure che il grosso nucleolo che sempre appare nelle cellule fuste nei primi stadi, si riduce e scompare assai facilmente verso gli ultimi, quando anche la cromatina sembra subire una specie di condensazione (num. 10, 11) che precede la disposizione in più fitti granuli del nucleo dell'ematoblasto più evoluto e dell'eritrocito. Gli altri elementi del midollo osseo sono dati per la massima parte da mononucleati con citoplasma scarsissimo, e perfettamente corrispondenti coi linfociti, o con citoplasma più abbondante come i grandi mononucleati: si trovano in numero assai piccolo i polinucleati non esinofili mentre sono in quantità pressoché normale gli eosinofili; fra i grandi mononucleati alcuni hanno corpi citoplasmatici.

L'esame della milza dello stesso animale ci rivela subito un fatto

---

<sup>1)</sup> Anat. Anz. XII. Fol. Nr. 14. 1895.

molto evidente: la diminuzione grandissima di eritrociti che di solito si trovano in quantità assai grande sparsi in quest'organo: insieme agli eritrociti è diminuita pure in maniera molto notevole la quantità di pigmento che normalmente vi si trova accumulata e che deriva dalla loro distruzione.

Si osserva inoltre che i granuli citoplasmatici che in numero di uno o due si trovano molto frequentemente nelle grandi cellule della polpa splenica normale sono molto scarsi, anzi quasi scomparsi.

La formazione di eritroblasti che appare tanto attiva nel midollo osseo, non si manifesta nella milza, o per lo meno non è possibile scorgervi un ciclo di evoluzione cellulare analogo a quello prima descritto nel midollo osseo. Non si ha nemmeno riproduzione apprezzabile di leucociti: gli elementi della milza conservano le loro principali caratteristiche, alquanto dissimili da quelle dei leucociti del sangue circolante e del midollo osseo. — Solo qua e là si ha qualche raro eosinofilo o qualche piccolo o grande mononucleato, ma il loro numero è trascurabile: è assai probabile che essi non si sieno formati in sito ma vi siano stati lasciati in precedenza dal sangue circolante.

Se vogliamo ora osservare l'aspetto del midollo osseo e della milza d'una *Rana* uccisa ad es, dopo 4 giorni, vediamo che i fatti descritti in tali organi nell'animale ucciso dopo 2 giorni, si presentano qui con maggiore chiarezza.

Nel midollo osseo la regione adiposa si mostra assai ricca di elementi cellulari; il numero dei medi e grandi mononucleati è aumentato, e con essi quello delle cellule a fuso di cui si possono osservare innumerevoli gradazioni che rendono evidentissimo il ciclo di trasformazione degli elementi midollari a tipo grande o medio mononucleato in ematoblasti. Si possono osservare qua e là figure cariocinetiche in grandi mononucleati, e qualche rarissima nelle cellule spirali che si trovano ancora ai primissimi stadi di evoluzione in eritroblasti; non ho osservato invece per queste ultime cellule delle figure cariocinetiche negli stadi più avanzati.

È molto probabile quindi che, specialmente allo stato normale il mononucleato, passando a cellula fusata compia la sua evoluzione in eritroblasto senza dividersi ulteriormente sia per via diretta che

per cariocinesi. -- In questo midollo, come già nel precedente sono pure numerosi i piccoli mononucleati a citoplasma scarsissimo, corrispondenti ai linfociti del sangue circolante, ed altri con citoplasma sempre più abbondante che li riuniscono ai medi e grandi mononucleati. Fra questi ultimi se ne hanno alcuni con corpi citoplasmatici, che qualche volta sono più di 2—3 dando le forme di frammentazione e le conseguenti modificazioni già descritte nel midollo osseo normale.

La milza ha sommariamente lo stesso aspetto di quello della *Rana* uccisa dopo due giorni: nessuna produzione visibile di eritroblasti; scarsissimo numero di eritrociti adulti e di grumi di pigmento; scomparsa quasi totale dei granuli citoplasmatici delle grandi cellule parenchimatiche: pochissimi leucociti fra cui qualche raro eosinofilo.

Credo inutile esporre il risultato degli altri numerosi esperimenti con *Rane* dissanguate, poichè i risultati furono in ogni caso perfettamente concordanti con quelli ora esposti.

Riepilogando vediamo che il midollo osseo e la milza in questi esperimenti hanno dimostrato attitudini funzionali ben chiare e differenti l'uno dall'altra. Contrariamente a quanto affermò *Hayem* e in accordo con *Neumann*, il midollo osseo ci appare nella *Rana* come l'organo principalissimo per la rigenerazione dei leucociti non solo, ma anche degli eritrociti: in esso le varie forme cellulari corrispondenti alle diverse specie di leucociti si moltiplicano assai attivamente, e fra queste acquistano somma importanza i medi e grandi mononucleati. Già nell'esaminare il midollo osseo normale si sono stabiliti i legami che corrono fra essi e gli altri leucociti; in questi esperimenti ci appare in modo assai chiaro la loro importanza anche nella rinnovazione degli eritrociti: le forme di passaggio dal medio e grande mononucleato all'eritroblasto (o ematoblasto di Hayem) e quindi all'eritrocito sono assai numerose e conducono insensibilmente dall'uno all'altro: questo fatto è assai importante perchè ci mostra dove, nella *Rana*, i leucociti si collegano cogli eritrociti. — Il medio o grosso mononucleato midollare, applicando il concetto di *Pappenheim*, si potrebbe far corrispondere al suo ematogonio; ma non però completamente. Questo autore infatti stabilisce che l'ematogonio è la base da cui si originano da un lato i globuli rossi, dall'altro i leucociti polinucleati

e granulosi, da un terzo i mononucleati grandi e piccoli, questi ultimi per riduzione dai precedenti.

Quest'ultima parte del concetto di *Pappenheim*, se potrà essere applicabile ai leucociti dei *Mammiferi*, credo sia inamissibile per quelli della *Rana*. Il piccolo linfocito del sangue di *Rana*, corrisponde al piccolo mononucleato del midollo osseo che per nessuna ragione si potrebbe considerare derivato dai grandi mononucleati del midollo stesso. I piccoli mononucleati si trovano sempre in quest'organo assai numerosi e talvolta in quantità grandissima, quasi prevalente sui grandi, come potei osservare in qualche caso di dissanguamento e in midolli ossei di animali in condizioni normali. Ora non si spiegherebbe la ragione di questa grande quantità di linfociti nel midollo (che non si accompagna con una corrispondente linfocitosi del sangue circolante) se non ammettendo che essi si trasformino in gran parte in medi e grandi mononucleati midollari come effettivamente dimostrano le numerosissime forme di passaggio.

Per ciò che riguarda la milza risulta chiaramente che per il dissanguamento il numero dei globuli rossi diminuisce in essa molto notevolmente tanto che si potrebbero dire quasi scomparsi: insieme con essi è ridotto ad una quantità minima il pigmento derivante dalla loro distruzione; è pure abbastanza evidente la mancanza, in quasi tutte le grandi cellule del parenchima della milza dei grossi granuli citoplasmatici, assai numerosi negli stessi elementi della polpa splenica normale. È quindi lecito supporre che la presenza o mancanza di questi corpi sia in rapporto con la attività secretiva di queste cellule nella distruzione degli eritrociti. — La osservazione accurata in tutte le milze delle *Rane* dissanguate rivela la presenza di un numero ridottissimo di leucociti eosinofili, nullo o quasi di altri polinucleati, e sempre minimo di grandi e medi mononucleati e di linfociti: nel midollo osseo invece tutte queste forme sono assai numerose. Ciò conduce a concludere che i pochi leucociti (se non tutti, certo almeno la maggior parte) che si trovano nella milza delle *Rane* dissanguate sono con tutta probabilità di origine midollare, i linfociti compresi: la funzione morfogenetica principalissima della milza nella *Rana*, ci si riconferma quindi nella distruzione degli eritrociti mentre appare

trascurabile, se non si vuol dire assolutamente nulla, la sua potenzialità rigeneratrice per gli elementi figurati del sangue.

Nonostante questa diversità di funzione, un fatto ci si presenta, almeno nelle sue prime fasi, sotto gli stessi aspetti, sia nel midollo osseo che nella milza: tanto nell'uno che nell'altro di questi organi abbiamo notato la presenza di elementi (grandi mononucleati del midollo osseo, grandi cellule mononucleate della polpa splenica) in cui il nucleolo, che tanto negli uni che negli altri presenta caratteri molto simili, fuoriesce dal nucleo e diventa citoplasmatico: nel midollo osseo però questo corpicciuolo si evolve ulteriormente nel mielocito che finisce per diventare una cellula eosinofila, la cui funzione si esplicherà al di fuori del midollo osseo stesso; nella milza il corpicciuolo in questione non subisce una evoluzione analoga a quella del suo omologo del midollo osseo perchè l'elemento splenico del quale fa parte è un elemento destinato ad altra funzione cioè, come vedemmo, a quella della distruzione degli eritrociti.

Vediamo ora sommariamente quanto risulta da un'altra serie di esperimenti che possono costituire, come si disse, una controprova.

b) *Estirpazione di milza.* Levai a parecchie *Rane* ed in epoche diverse, la milza, e le uccisi dopo varii intervalli, da 7 a 34 giorni. L'animale sopporta abbastanza bene l'operazione che si può eseguire con una perdita insignificante di sangue. L'esame microscopico del midollo osseo ha dato costantemente gli stessi risultati: nessuna modificazione istologica apprezzabile; solo in qualche caso sembra che il numero dei globuli rossi adulti che in esso si riscontrano sia un po' maggiore del normale: questo fatto ha una importanza secondaria, sia perchè non si mostrò costante, sia perchè anche in condizioni normali si possono osservare oscillazioni consimili.

*Queste ricerche riconfermano quindi quanto abbiamo detto più diffusamente negli esperimenti del dissanguamento. — Il midollo osseo è nella Rana la sede principale in cui si originano i leucociti e i globuli rossi: tutte le forme cellulari del sangue sono in esso rappresentate e vi si moltiplicano assai attivamente provocando il dissanguamento dell'animale. E' evidente l'unità di origine dei leucociti e degli eritrociti: dal*

*mielocito a tipo linfocito si ottiene l'elemento midollare medio e grande mononucleato dal quale hanno origine tutti gli altri leucociti e gli ematoblasti che passano ad eritrociti.*

#### 50. *Esperimenti con corpi estranei.*

a) *Esperimenti con corpi estranei isolati.* Allo scopo di studiare se i leucociti della *Rana* fossero capaci di trasformarsi in cellule connettivali e di produrre così una neoformazione, e per cercare quali specie leucocitarie vi prendessero parte e quale in ogni caso fosse la loro attività funzionale introdussi nella cavità viscerale della *Rana* dei corpi estranei, cercando che rimanessero bene isolati dagli organi e dai tessuti dell'animale stesso. Riuscii a far ciò costruendo con del tubo di vetro dei tubetti, chiusi ad un'estremità, della lunghezza di circa 2 cm e del diametro di circa 6 mm. Nell'interno del tubetto fissavo una sottile bacchetta di vetro nella quale infilavo un pezzetto di midollo di sambuco spingendovelo poi fino nel fondo. La bacchetta, per mezzo d'un altro filo di vetro disposto secondo un diametro dell'imboccatura, veniva saldata all'imboccatura stessa, impedendo in questo modo che qualche organo o parte di esso penetrasse nell'interno.

Tagliando quindi la pelle e la parete muscolare della cavità viscerale, mi riusciva facile introdurre fra i visceri il piccolo apparecchio; dopo di che ricucivo. Tenni gli animali così operati in recipienti di vetro con pochi millimetri d'acqua nel fondo, avendo cura di cambiarla assai spesso. Operai in tal modo un numero abbastanza grande di *Rane*, a più riprese, uccidendo gli animali a vari intervalli, da 5 a 124 giorni. In nessuno si ebbe contatto di organi o parte di essi col sambuco: pochi animali sono morti durante il corso degli esperimenti, ma di questi non tenni conto.

Premesso ciò riassumerò brevemente il risultato di questi esperimenti.

Nelle *Rane* uccise dopo 5 giorni il pezzetto di sambuco contenuto nel tubetto si presenta appena ricoperto da un liquido un po' denso, leggermente opalino: sull'imboccatura del tubetto si è formato un leggero coagulo in mezzo al quale si vedono parecchi leucociti; questo



coagulo però non ostruisce l'imboccatura del piccolo apparecchio in modo da non permettere l'entrata dei leucociti, che vi sono entrati in numero abbastanza grande.

Un esame complessivo dei leucociti raccolti attorno al sambuco ci mostra subito che predominano i polinucleati non eosinofili, e i grandi mononucleati; seguono gli eosinofili e pochi linfociti: frammistiti ai leucociti vi sono dei globuli rossi entrati nel tubetto, probabilmente introducendolo nella cavità addominale della *Rana* e qualcuno forse, levandone.

L'aspetto della maggior parte dei polinucleati e mononucleati più lontani dalle pareti del sambuco non è dissimile da quello dei leucociti del sangue circolante (Fig. 8, num. 1, 2, 5, 8): il citoplasma è omogeneo o finemente granuloso; nel nucleo è ben distinto il reticolo cromatico; in alcuni è visibile un nucleolo (o due) nell'interno del nucleo stesso. — In altri però si notano dei fatti nuovi: il piccolo corpicciuolo è fuoruscito nel citoplasma diventando corpo citoplasmatico (Fig. 8, num. 3, 4, 6): questo fatto si osserva tanto nei grandi mononucleati come nei polinucleati non eosinofili: talvolta, più di rado, i corpi citoplasmatici sono due (Fig. 8, num. 7). Le dimensioni, le reazioni coloranti, il fatto che spesso il corpicciuolo in parola si trova alla periferia del nucleo ma incluso ancora in esso, oppure vi è aderente pur essendo già diventato citoplasmatico, dimostra che questi corpi sono di origine nucleare, e che tale processo è assai simile a quello che si compie nel midollo osseo e in alcuni elementi della polpa splenica. La comparsa nel citoplasma di questi corpi non va considerata come un fenomeno di invecchiamento o di degenerazione del leucocito, come vedremo anche in seguito, ma come una manifestazione visibile della sua attività, contrariamente a quanto *Ehrlich* e la sua scuola sostengono per i mononucleati nei, quali la comparsa di granulazioni nel citoplasma sarebbe indice di degenerazione. — I leucociti eosinofili che si trovano qui in proporzioni minori che non lo siano nel sangue circolante non sembrano manifestare alcuna attività apprezzabile: le loro granulazioni perdono via via la capacità di colorarsi diventando invece sempre più rifrangenti (Fig. 7, num. 1—6), finché, fusesi più o meno completamente fra di loro, si riducono

a piccoli ammassi informi simili al pigmento (Fig. 7, num. 6) che appaiono qua e là presso le facce del pezzetto del sambuco.

Quì anche gli altri polinucleati e i grandi mononucleati addossandosi al corpo estraneo, si modificano: i loro margini cellulari si ispessiscono e in alcuni punti, per il concorso di sostanze precipitate si uniscono irregolarmente fra loro dando un insieme di leggere fibre collagene decorrenti in vario senso: solo in qualche punto sembra che tali fibre abbiano una disposizione abbastanza regolare. Questa disposizione che sembrerebbe accennare al costituirsi di un tessuto attorno al sambuco non è invece, come vedremo più avanti, che il principio della degenerazione dei leucociti (Fig. 9).

I linfociti che si trovano nel tubetto sono in proporzioni assai minori di quello che appaiono nel sangue circolante e sembra abbiano una parte secondaria perché non si riesce a scoprire in essi alcun segno di attività funzionale. — Da questo esperimento risulta già che la maggior parte dei leucociti accorsi attorno al sambuco e che quindi maggiormente rispondono allo stimolo chemotassico è data dai polinucleati non eosinofili e dai grandi mononucleati, mentre le altre forme sembrano avere un'importanza affatto secondaria. Non risulta che i leucociti dentro il tubetto abbiano attività fagocitica, ma piuttosto secretiva, come appare evidente dalla produzione di corpi citoplasmatici per parte dei grandi mononucleati e polinucleati non eosinofili, che mostrano un'attività funzionale non dissimile gli uni dagli altri.

Vediamo ora che cosa risulti dall'esame del contenuto dei tubetti tolti da Rane uccise dopo un numero maggiore di giorni.

Dopo *12 giorni* il reperto è presso a poco lo stesso che dopo 5; si può notare in più una diminuzione abbastanza apprezzabile di leucociti eosinofili e di linfociti: nei grandi mononucleati e polinucleati non eosinofili si può osservare con una certa frequenza la presenza di corpi citoplasmatici. Il tubetto, dopo 12 giorni è generalmente già ripieno. Sempre, alla imboccatura si ha una specie di leggiero coagulo, e come tale appare anche al microscopio, essendo formato da una sostanza fondamentale, in certi punti a disposizione disordinatamente e grossolanamente fibrosa (precipitati) in mezzo

alla quale vi sono parecchi globuli rossi e leucociti alcuni con corpi citoplasmatici. — Nel tubetto tolto da una *Rana* uccisa dopo un mese, lo strato più aderente al sambuco è già degenerato in una sostanza piuttosto densa in mezzo alla quale si vedono ancora qua e là residui di nuclei: più esteriormente questo strato si continua assumendo una disposizione simile a quella prima descritta (dopo 5 giorni) in qualche punto anche abbastanza regolare (Fig. 10). Di qui si passa gradatamente ai leucociti liberi: di questi alcuni presentano il citoplasma con dei vacuoli chiari di grandezza varia, per cui le dimensioni della cellula aumentano talora sensibilmente: questo fatto si osserva tanto in alcuni grandi mononucleati che polinucleati non eosinofili dove tanto negli uni che negli altri sono frequenti i corpi citoplasmatici. Nei rimanenti eosinofili e leucociti, che del resto sono in quantità trascurabile, ciò non avviene; i pochi eosinofili che si possono trovare conservano dimensioni e forma normali o danno gli aspetti già ricordati dopo 5 giorni; i linfociti sono quasi scomparsi, e i pochissimi che si possono trovare non presentano alcun che di notevole e non è dato trovarne nessuno nella parte più profonda del tubetto.

Dove però i leucociti (grandi mononucleati e polinucleati non eosinofili) ci presentano maggior varietà di costituzioni, è nei tubetti tolti dalle Rane *dopo 40—50 giorni*. In questi tubetti, oltre che osservare tutte le forme sopra decritte, vediamo accentuarsi notevolmente il numero dei leucociti con corpi citoplasmatici. In alcuni il corpo citoplasmatico sembra si frammenti (Fig. 11, num. 7) perchè, anzichè osservarne uno o due di grandi dimensioni, se ne possono osservare parecchi più piccoli e non tutti della stessa grandezza; spesso vicino al corpo citoplasmatico si vedono due o tre piccoli granuli (che danno le stesse reazioni) che sembrano indicare l'inizio di tale frammentazione (Fig. 11, num. 5): sono pure numerosi i leucociti con vacuolizzazione del citoplasma (Fig. 11, num. 11, 12). Quest'ultimo aspetto sta ad indicare l'ultima fase vitale del leucocito che in tali condizioni però presenta presto fenomeni degenerativi di cui si possono seguire varie modalità.

In alcuni casi (specialmente nei polinucleati non eosinofili) il citoplasma si dissolve mentre il nucleo perde la sua struttura reti-

colata e si riduce a due o tre masserelle di sostanza fortemente basofila, dapprima più densa alla periferia, poi, in seguito a riduzione di volume, tutta omogenea e che caratterizza quello stadio di degenerazione del nucleo che va sotto il nome di *piciosi*. Spesso a lato del nucleo così degenerato stà un corpicciuolo un po' più piccolo, cioè il corpo citoplasmatico (Fig. 11, num. 13).

Un'altra modalità di degenerazione (più comune fra i grandi mononucleati) consiste nella condensazione del citoplasma attorno al nucleo nel quale contemporaneamente si inizia e va accentuandosi il processo di piciosi: in questo caso il corpo citoplasmatico che è spesso visibile nei primi stadi degenerativi va man mano scomparendo nella massa densa a struttura irregolarmente fibrosa del citoplasma, mentre il contorno cellulare si ispessisce (Fig. 11, num. 17). Il mononucleato in questo stadio ha dimensioni pressochè uguali alle normali ma è ben differente dal normale sia per i caratteri del citoplasma (che normalmente è più chiaro, omogeneo o finemente granuloso), sia per quelli del nucleo (che presenta sempre evidentissimo il reticolo cromatico). Nel sangue circolante e negli organi ematopoietici della *Rana* non si trovano mai mononucleati con nucleo picnotico cosicchè anche per questo fatto (oltre che per la evidentissima loro origine midollare) non è applicabile alla *Rana* la teoria di *Patella* sull'origine endoteliale dei mononucleati per la quale essi oltre che esser lamellari (ciò che non è) dovrebbero avere facilmente nucleo picnotico.

Quelle ora esposte sono le modalità principali che si possono stabilire nella degenerazione dei leucociti contenuti nel tubetto: l'indice più importante di tale degenerazione è certamente la piciosi del nucleo che si manifesta colla scomparsa del reticolo cromatico cui segue una diminuzione abbastanza apprezzabile del volume del nucleo stesso. Talvolta in questo processo si ha anche una frammentazione del nucleo così da ottenere delle piccole goccioline fortemente basofile che si vedono in alcuni punti raggruppate in numero vario da 4 fino ad 8—10, cui stanno vicini uno o due corpi citoplasmatici (Fig. 11, num. 15); in altri sparse irregolarmente (Fig. 11, num. 15). Nel processo di piciosi nucleare raramente si vede incluso nel nucleo

stesso il nucleolo; in questo caso esso è visibile solo all'inizio del processo e scompare poi nella massa compatta e uniforme che alla fine si ottiene, o ne fuoriesce: in alcuni casi dalla degenerazione del nucleo anzichè risultare una o più goccioline rotonde, si ottengono delle figure a falce e a mezzaluna, in prossimità delle quali spesso si vede un corpicciuolo del tutto uguale ai corpi citoplasmatici prima ricordati (Fig. 11, num. 16).

Credo inutile descrivere dettagliatamente le fasi ulteriori di degenerazione dei leucociti, giunti a quella ora descritta, trattandosi più che altro di fenomeni istochimici ma non più vitali. — I leucociti arrivati a questo stadio si ammassano sul fondo del tubetto e sulle pareti del sambuco degenerando alla fine in una sostanza densa, senza struttura, colorantesi fortemente in rosso violaceo col *Triacido di Ehrlich*.

Accenno solo al contenuto del tubetto tolto dopo *124 giorni*.

Il tubetto tolto dalla *Rana* uccisa dopo 124 giorni appare (come in generale tutti gli altri da 12—15 giorni in poi) ripieno del solito liquido denso opalino, con un leggero coagulo sull'imboccatura. Aderente alle facce del sambuco uno strato piuttosto denso di sostanza morta; nella regione più periferica di questa si osservano i resti di nuclei picnotici e interi leucociti morti con nucleo pure picnotico: quasi tutti assai degenerati: pochissimi invece quelli con nucleo a reticolo cromatico, dei quali alcuni con citoplasma vacuolare e corpi citoplasmatici.

\*                      \*

Dato il risultato ottenuto ripetutamente con questi esperimenti, ho creduto inutile prolungare la durata di alcuni di essi per un tempo maggiore, ciò che mi sarebbe stato possibile perchè le *Rane* così operate vivono facilmente.

Da quanto abbiamo veduto mi sembra si possa concludere che i leucociti della *Rana*, in tali condizioni di isolamento perfetto non riescono a formare un tessuto intorno al corpo estraneo (rappresentato dal pezzetto di midollo di sambuco). Essi tuttavia accorrono in gran numero entro il tubetto e manifestano visibili fenomeni di

attività funzionale. — Non tutte le forme leucocitarie però vi si trovano nelle stesse, o in proporzioni di poco diverse da quelle nelle quali si riscontrano nel sangue circolante: si manifesta una grandissima sproporzione fra il numero assai rilevante dei grandi mononucleati e polinucleati non eosinofili e quello da principio piccolissimo e in seguito addirittura trascurabile di linfociti ed eosinofili. Per quanto non si debba negare la facoltà fagocitica ai leucociti della *Rana* (che è stata ripetutamente provata per esempio nella metamorfosi) pure qui non è visibile alcuna prova sicura di fagocitosi, mentre è chiara l'attività funzionale secretiva dei grandi mononucleati e dei polinucleati non eosinofili: tale attività si manifesta sia negli uni che negli altri in un modo perfettamente corrispondente ed ha la sua espressione più visibile nella produzione per parte del nucleo di corpi citoplasmatici e nella vacuolizzazione del citoplasma.

Quest'ultimo fatto fu pure osservato dal *Maximow*, nel coniglio, nel cane ecc., in quelli che egli chiama *poliblasti* ma che non sono poi, in ultima analisi che dei mononucleati: questo fenomeno si manifesta quando essi poliblasti si trovano a circondare un corpo estraneo introdotto nel tessuto muscolare dell'animale e viene interpretato come espressione di una maggiore attività del leucocito stesso, ciò che per il *Maximow* è anche più facilmente dimostrabile perché questi poliblasti dimostrano attività fagocitica. Anche nel nostro caso credo si possa interpretare come l'indice della massima attività del leucocito, sia esso mononucleato che polinucleato, dopo di che rapidamente si inizia la degenerazione.

I grandi mononucleati e i polinucleati non eosinofili della *Rana* hanno quindi, nei nostri esperimenti, la stessa attività funzionale che corrisponde alla loro identità d'origine: da essi invece si staccano nettamente gli eosinofili e i linfociti. Però, se generalmente è ammessa la stretta parentela fra gli eosinofili e gli altri polinucleati, dai dualisti è negata ogni affinità fra i linfociti e gli altri leucociti, per cui questa risultanza, pur essendo a prima vista un po' oscura per ciò che riguarda gli eosinofili, potrebbe forse servire per dimostrare anche nella *Rana* la mancanza di parentela fra i cosiddetti linfociti e i mielociti. Lo studio però del midollo osseo nelle più svariate condizioni ci conduce invece

a dimostrare come nella *Rana* non sia affatto possibile la distinzione fra linfociti e mielociti e risulti invece chiaro il legame continuo fra linfociti, grandi mononucleati e polinucleati. Di più abbiamo visto come le principali manifestazioni funzionali visibili dei leucociti nei tubetti ci siano date dai corpi citoplasmatici e dalla vacuolizzazione del citoplasma: ora sappiamo che i linfociti, pur presentando complessivamente i caratteri dei grandi mononucleati, hanno citoplasma ridottissimo e non sempre contengono nel nucleo un nucleolo che possa eventualmente diventare corpo citoplasmatico: questi linfociti quindi, non si trovano nel tubetto dove non potrebbero esercitare quella attività funzionale che invece è possibile per gli altri mononucleati e per i polinucleati non eosinofili che hanno la loro stessa origine.

I leucociti eosinofili della *Rana* rappresentano invece dei leucociti che pur avendo origine dai grandi mononucleati del midollo osseo e quindi legate anche ai piccoli, pure hanno raggiunto già un differenziamento in una data direzione che ha il suo esponente nelle granulazioni acidofile del citoplasma.

E' fuori di dubbio che, almeno nella *Rana*, i leucociti eosinofili hanno un'importanza notevole nei processi che si succedono lungo il tubo gastro-enterico: senza aver voluto fare delle ricerche speciali su questo punto, ho potuto notare come in tutti gli animali sezionati si trovino sempre dei leucociti eosinofili in numero generalmente maggiore degli altri sia fra le cellule epiteliali, sia nello stroma, e in maggior quantità negli animali nutriti: in quantità talora assai grande si trovano qualche volta specialmente nel duodeno.

A questo proposito anzi credo opportuno citare le ricerche di *Stassano* e *Simon* che studiarono il comportamento degli eosinofili nell'intestino di parecchi animali. *Simon*<sup>1)</sup> ritrovò leucociti eosinofili nell'intestino di moltissimi animali, *Mammiferi*, *Rettili*, *Anfibi*, *Pesci* e perfino nell'*Oloturia*. Egli osservò che talvolta le granulazioni si fondono in goccioline più grosse, ma della stessa reazione colorante, oppure vengono emesse probabilmente per attivare la secrezione

---

<sup>1)</sup> Comptes Rendus de Biol. T. 55. 1903. pag. 955.

glandulare. In un'altra ricerca *Simon e Stassano*<sup>1)</sup>, iniettando nel duodeno di cani del succo pancreatico, o soluzione fisiologica di NaCl o soluzione di saccarato di Soda che provocano l'enterochinasi, riscontrarono un considerevole afflusso di eosinofili nel derma sottoghiandolare, interghiandolare e in quello delle villosità: quando l'enterochinasi aumenta questi leucociti attraversano l'epitelio delle ghiandole del *Lieberkuhn* e cadono nella cavità ghiandolare dove spesso si fondono fra loro mentre pure le loro granulazioni si fondono nel citoplasma: queste modificazioni vanno decrescendo dal duodeno in giù.

E' dunque molto probabile che i leucociti eosinofili abbiano un'importanza particolare nei processi di secrezione intestinale, nella *Rana*, non solo, ma in generale in tutti gli animali. I leucociti eosinofili hanno quindi assai probabilmente un'importanza notevole nelle funzioni di nutrizione, ma non per questo sono essi (o meglio le loro granulazioni) materiale nutritizio. Nella *Rana* infatti gli eosinofili non diminuiscono mai sensibilmente in circolo o nel midollo osseo e tanto meno spariscono per un digiuno, anche prolungato, contrariamente a ciò che diversi ricercatori credono poter affermare per molti animali (*Kollmann*<sup>2)</sup> per certe granulazioni simili alle eosinofile nel *Carcinus moenas*; *Blumenthal*<sup>3)</sup> in generale per gli eosinofili dei *Vertebrati*; *Stephan*<sup>4)</sup> per quelli del *Protopterus*): secondo questi *A. A.* le granulazioni eosinofile sono materiali di riserva che verrebbero consumati in seguito a prolungato digiuno.

*Riassumendo ciò che ora dicemmo esaminando il risultato di questi esperimenti, abbiamo che i leucociti della Rana che accorrono nel tubetto intorno al corpo estraneo sono i grandi mononucleati e i polinucleati non eosinofili: gli altri vi si trovano in quantità insignificante. Non si ha nessun accenno a formazione di tessuto per parte dei leucociti stessi che dimostrano invece un'attività secretiva: presentano corpi citoplasmatici e si ipertrofizzano vacuolizzandosi, dopo di che subentrano i fenomeni degenerativi la cui principale espressione è data dalla picnosi del nucleo.*

\*

\*

\*

<sup>1)</sup> Comptes Rendus de Biol. T. 55. 1903. pag. 1501.

<sup>2)</sup> C. R. A. de Sciences 153. 2. 1908.

<sup>3)</sup> Arch. di Fisiologia. 1904.

<sup>4)</sup> C. R. de Biologie. 1907.



b) *Esperimenti con corpi estranei non isolati.* Quasi ad istituire una controprova a ciò che mi era risultato dagli esperimenti precedenti (con corpi estranei isolati), feci alcune esperienze mettendo nella cavità addominale o dorsalmente, sotto il tegumento di un certo numero di *Rane*, dei pezzetti di sambuco libero.

Presi gli animali ad intervalli da 5 a 45 giorni, e ne ebbi gli stessi risultati sia per le *Rane* con sambuco libero nella cavità addominale che per quelle con sambuco libero sotto il tegumento.

Il pezzetto il sambuco levato dopo 5 giorni appare avvolto da un numero grandissimo di leucociti, anche questi, come nei tubetti, rappresentati per la maggior parte da medi e grandi mononucleati e da polinucleati non eosinofili:

Gli eosinofili sono un po' più numerosi che nei tubetti ma ciò è spiegabile perchè più facilmente vi si possono trovare casualmente: essi però non dimostrano alcuna attività, apparendo in condizioni non dissimili dalle normali; i linfociti sono pure scarsissimi.

Qui l'attività leucocitaria si manifesta con maggiore intensità e più prontamente che nei tubetti, data la facilità di scambi nutritizi. Facendo un esame di ciò che si osserva intorno al pezzetto di sambuco, vediamo che le cellule periferiche di questo, rimaste direttamente aperte all'esterno, sono invase da un gran numero di polinucleati non eosinofili e grandi e medi mononucleati. In generale i nuclei appaiono un po' meno ricchi di cromatina, raccolta (come normalmente) in piccoli granuli e cordoncini, ma qui più radi e più piccoli, e più facilmente addossati alla faccia interna della membrana nucleare (Fig. 12). I nucleoli sono poco frequenti nell'interno dei nuclei mentre sono numerosi i corpi citoplasmatici sia nei mono che polinucleati (Fig. 12, num. 3, 5, 7, 8, 9): pochissimi hanno citoplasma omogeneo o finemente granulare (come nel sangue circolante o nel midollo); in quasi tutti invece il citoplasma mostra un numero spesso notevole di piccoli e grandi vacuoli che appaiono come campi rotondeggianti, chiari delimitati da filamenti e piccole aree di citoplasma. In seguito a ciò le cellule assumono talvolta dimensioni visibilmente maggiori delle normali, specialmente i mononucleati (Fig. 12, num. 10): il contorno cellulare si presenta irregolare, con prolungamenti ed angolosità: ciò

non si verifica negli eosinofili che si conservano sempre rotondeggianti e di dimensioni generalmente invariate.

I leucociti raccoltisi nelle cellule periferiche del sambuco appaiono fra loro indipendenti; tutt'al più in alcuni punti si addossano gli uni agli altri conservando però caratteri identici a quelli dei leucociti sparsi. Al di fuori delle cellule del sambuco cioè tangenzialmente alla sua superficie esterna, i leucociti si riuniscono invece a formare una specie di fascia, addossandosi gli uni agli altri. Seguendo il processo dall'interno verso l'esterno, si vede come essi si allunghino e si dispongano col loro asse maggiore parallelamente alla superficie del sambuco, mentre il loro contorno cellulare si ispessisce talvolta notevolmente, forse per il concorso di sostanze precipitate, e si salda con quello della cellula vicina. — Dove il processo è già avanzato, la nuova formazione si presenta costituita da una sostanza fondamentale a lunghe fibre (parallele alla faccia esterna del sambuco) fra loro anastomizzate per mezzo dei margini più corti dei primitivi leucociti allungatisi: fra queste fibre stanno i nuclei o polimorfi o tondi-ovalari derivati, questi ultimi, dai mononucleati. — Questa formazione (che ricorda sommariamente quella prodottasi attorno al sambuco isolato delle *Rane* dei tubetti) può sembrare come l'abbozzo di un tessuto incapsulante, e presenta lo stesso aspetto sia attorno al sambuco messo nella cavità addominale, sia in quello sotto il tegumento del dorso: però le fibre ora ricordate non mostrano una struttura fibrillare (fibrille connettive) e tanto meno hanno l'aspetto delle fibre elastiche che dovrebbero essere molto rifrangenti ed a contorni netti: anche la colorazione per le fibre elastiche coll'*orceina* (provata ripetutamente anche nei precedenti esperimenti con corpi estranei isolati) dà risultati negativi: in realtà queste fibre che si dispongono in una maniera abbastanza regolare sono date da una sostanza fondamentale amorfa che con tutta probabilità deriva dagli strati più esterni del citoplasma dei leucociti, che addossandosi sulle faccie del sambuco vengono ad assumere di conseguenza una disposizione regolare, in seguito alla quale i margini cellulari si saldano fra di loro costituendo fibre longitudinali parallele, saldate da piccoli e numerosi segmenti trasversali.

Che così si debba interpretare questa speciale disposizione, sembra

dimostrato dall'esame dei pezzetti di sambuco lasciati maggior tempo sia nella cavità viscerale che sotto il tegumento di altre *Rane*.

Se noi infatti prendiamo ad esaminare il pezzetto di midollo di sambuco lasciato in una *Rana* p. es. 35 giorni osserviamo subito come lo sviluppo di questa pseudo-neoformazione si sia non solo arrestato, ma addirittura abbia regredito e degenerato. Si osserva infatti che la fascia surricordata, anzichè svilupparsi in una capsula connettivale si è ridotta a pochi strati delle stesse fibre longitudinali del sambuco preso dopo 5 giorni, delle quali le più vecchie si sono maggiormente ispessite mantenendo la stessa struttura amorfa, mentre i nuclei in esse racchiusi sono per la maggior parte scomparsi e i pochi ancora visibili appaiono ridotti e picnotici. I leucociti che più internamente sono rimasti racchiusi nelle cellule periferiche del midollo di sambuco sono assai meno numerosi che nel sambuco levato dopo 5 giorni: alcuni presentano fenomeni degenerativi analoghi a quelli descritti nei leucociti dei tubetti, mentre gli altri (consideriamo solo i grossi mononucleati e polinucleati non eosinofili essendo assenti o quasi linfociti ed eosinofili) mostrano citoplasma vacuolare e assai spesso corpi citoplasmatici.

Il sambuco levato dopo 47 giorni non ha aspetto gran che differente da quello dopo 35: tutto ciò che in quest'ultimo abbiamo visto si può rilevare anche in quello e in misura anche maggiore per ciò che riguarda i fenomeni regressivi.

Da quanto si è detto mi sembra si possa concludere che, sebbene i leucociti della *Rana* accorran (sia nella cavità viscerale sia sotto il tegumento) in quantità rilevante attorno a un corpo estraneo messo in diretto contatto coi tessuti e cogli organi, pure essi non si organizzano e non si trasformano per costituire attorno al corpo stesso un tessuto che serva ad isolarlo, ma finiscono per depositarsi e distruggersi formando uno strato di sostanza amorfa che ricopre il corpo estraneo. I leucociti accorrono intorno a questo corpo in numero stragrande nei primi giorni, ma poi, iniziata la formazione della fascia prima descritta, la migrazione leucocitaria si riduce, e si può dire, cessa quasi del tutto, ciò che appare dalla mancanza o quasi, dopo alcuni giorni, di leucociti in condizioni normali presso il sambuco e dallo spessore

piuttosto esile e apprezzabilmente sempre uguale, anzi minore della fascia sia dopo 5 giorni che dopo 47. — Ciò si constata tanto per i corpi estranei in cavità viscerale quanto per quelli sotto il tegumento dorsale: in questi ultimi poi si poteva supporre potesse avvenire una proliferazione del connettivo sottocutaneo e intramuscolare che avvolgesse il corpo estraneo, mentre se pure il connettivo sottocutaneo parve un po' ispessirsi in corrispondenza del pezzetto di sambuco, pure non proliferò e non accennò nemmeno a proliferare intorno ad esso per svilupparsi in una guaina incapsulante: questa forse è una delle cause per cui anche i leucociti non si sono modificati ulteriormente.

*Gli aspetti funzionali e anche quelli degenerativi dei leucociti delle Rane intorno a un corpo estraneo isolato o a diretto contatto coi tessuti sono quindi sommariamente gli stessi, ma non possono darci tuttavia una risposta definitiva sulla capacità o meno dei leucociti (in generale) di trasformarsi in cellule connettivali, visto che anche lo stesso connettivo della Rana non si è sviluppato per incapsulare il corpo estraneo.*

6°. *I corpi citoplasmatici nella Rana e i corpi plasmosomici nei mammiferi.*

E' interessante fare alcune osservazioni sopra un fenomeno che si verifica costantemente in questi esperimenti per molti leucociti, perchè ce ne ricorda altri che abbiamo precedentemente descritti, e fenomeni simili osservati nei *Mammiferi* da diversi autori.

Abbiamo visto come parecchi leucociti presentino dei corpi citoplasmatici, e cercando l'origine di questi corpi si concluse che essi sono prodotti nel nucleo. Dalla descrizione che abbiamo fatto risulta che questi corpi hanno caratteristiche assai simili a quelli dei mononucleati che danno poi gli eosinofili quando si trovano nelle prime fasi della loro evoluzione, e ai corpi citoplasmatici di alcuni elementi della polpa splenica: essi reagiscono in modo corrispondente colle sostanze coloranti; col *Triacido di Ehrlich*, ad es., la loro colorazione è generalmente rosso-violaceo o rosso-vivo, non solo, ma assai raramente questi corpi si frammentano: nei rarissimi casi in cui si osserva

una frammentazione, i granuli risultati sono sempre disuguali e di solito piuttosto grossolani, quindi facilmente distinguibili dalle granulazioni eosinofile, anche per la colorazione sempre apprezzabilmente diversa.

Di più abbiamo già visto che tanto i grandi mononucleati che i polinucleati con corpi citoplasmatici che si trovano intorno al sambuco, si possono considerare d'origine midollare, per cui è anche più giustificata l'omologia che si può stabilire fra questi corpi e quelli dei mononucleati del midollo osseo nelle loro prime fasi. Si tratta della reazione ad uno stimolo che qui però è diverso da quello che si esercita sugli elementi corrispondenti del midollo osseo, e si potrebbe piuttosto avvicinare a quello che provoca la formazione di corpi citoplasmatici nei ricordati elementi della milza: ed in maniera assai simile a questi ultimi infatti si comportano anche i corpi citoplasmatici dei leucociti mononucleati e polinucleati intorno al tubetto, per quanto sia indubbia la loro origine midollare.

Dissi che i corpi citoplasmatici si trovano tanto nei mononucleati che nei polinucleati non eosinofili intorno al corpo estraneo: il fatto che questi corpi si possano trovare anche nei polinucleati potrebbe indurre dei dubbi sulla possibilità del raffronto ora fatto fra corpi citoplasmatici dei mononucleati midollari e quelli dei leucociti del tubetto.

Nella *Rana* però (ma anche in altri animali), la trasformazione dei grandi mononucleati in polinucleati non eosinofili fu osservata ripetutamente sui leucociti viventi (*Ranvier, Arnold, Flemming, Neumann* ecc.) e si deve ammettere come cosa certa anche per il fatto che mentre nel midollo osseo i polinucleati (non eosinofili) sono di solito molto scarsi, e prevalgono invece i mononucleati, nel sangue circolante i polinucleati non eosinofili sono regolarmente in maggior numero rispetto ai grandi mononucleati. Si possono quindi raffrontare, per il modo di origine, i corpi citoplasmatici dei mononucleati del midollo osseo (e quindi degli elementi corrispondenti della milza) con quelli dei leucociti accorsi intorno al tubetto: la loro evoluzione finale però è diversa in rapporto ad una diversità di funzione alla quale sono destinati.

Ho voluto raffrontare fra loro i corpi citoplasmatici che appaiono nel midollo osseo, nella milza, e nei leucociti della *Rana* in speciali condizioni, ed esporre quali siano gli aspetti che ci presentano in rapporto alle loro diverse funzioni, prima di parlare di fatti simili che altri *A. A.* avevano osservato nei leucociti dei *Mammiferi* e specialmente nella *Cavia*. — In questo animale, già da tempo il *Kurloff*, e recentemente *Cesaris-Demel*<sup>1)</sup>, *Ferrata*<sup>2)</sup>, *C. Ciaccio*<sup>3)</sup> ecc., osservarono, da prima nel sangue circolante, dei mononucleati con corpi *plasmosomici*. Queste speciali cellule furono studiate con cura dagli ultimi autori su ricordati, che arrivarono a constatazioni importanti. — *Cesaris Demel* dice che tali leucociti hanno origine principalmente nel midollo osseo mentre il *Ciaccio* sostiene che essi si formano nella milza da speciali elementi della polpa splenica: quelli del midollo osseo sarebbero depositati dal sangue circolante. Il *Ciaccio* seguendone lo sviluppo nella milza trova che il corpo plasmosomico ha origine dal nucleolo per fuoriescita di questo dal nucleo: tali cellule possono funzionare da macrofagi fissi o, liberandosi dal plasmodio, diventare macrofagi liberi: possono entrare in circolo e possono infine acquistare una funzione secretoria, ed in questo caso hanno le proprietà loro attribuite da *Kurloff* e *Cesaris-Demel*. — E' poi opinione generale di questi autoriche tali corpi plasmosomici non abbiano alcun nesso colle granulazioni specifiche degli altri leucociti.

Confrontando i nostri risultati con questi assai brevemente riassunti, saremmo attratti ad ammettere l'omologia fra i corpi citoplasmatici descritti nella *Rana* e i corpi plasmosomici della *Cavia*, poichè il loro meccanismo di formazione è uguale ed avviene negli stessi elementi cellulari tanto per la *Cavia* che per la *Rana*.

Quanto alla loro funzione però troviamo delle differenze delle quali una specialmente ci colpisce perchè non può non riuscire oscura. Abbiamo veduto che nella *Rana* i corpi citoplasmatici del midollo osseo seguono una trasformazione graduale che ci dà per risultato

---

<sup>1)</sup> Arch. Sc. Mediche, Vol. 29, 1905. — Giornale dell'Acc. Med. Torino, A. 70, 1907. — Virchows Archiv, 195. Bd., 1909.

<sup>2)</sup> Arch. per le Scienze Med. Vol. 30, 1906.

<sup>3)</sup> Anatomischer Anz., XXX. Bd., Nr. 21, 1907.

la elaborazione dei granuli eosinofili in seno alla cellula stessa: ora questo fatto appare in contraddizione coll'affermazione che nella *Cavia* i corpi plasmosomici nulla hanno a che fare colle granulazioni specifiche: un dubbio forse rimase al *Ciaccio* quando, parlando di tali mononucleati nel midollo osseo disse „*essere molto probabile che alcuni vi si fermino per subire importanti modificazioni*“. Che non sia forse possibile trovare anche nella *Cavia* delle forme di passaggio fra questi mononucleati e gli eosinofili? Lo stesso comportamento degli eosinofili dell'uno e dell'altro animale di fronte ai corpi estranei appare, come vedremo poi, molto simile.

Nella milza della *Cavia* questi mononucleati funzionano da macrofagi nella distruzione dei globuli rossi e si possono rendere liberi; in quelli della *Rana* concorrono bensì alla distruzione dei globuli rossi e per quanto possa restare il dubbio se funzionino anche da macrofagi, non risulta che possono rendersi liberi.

Nel sangue circolante della *Cavia* sono abbastanza frequenti: in quello di *Rana* di solito mancano, ma appaiono numerosissimi intorno a corpi estranei: qui essi derivano direttamente da mononucleati o polinucleati non granulari che al contatto o in immediata vicinanza del corpo estraneo secernono (nel modo che già vedemmo) il corpo citoplasmatico: non ricordo invece che alcuno di coloro che studiarono i corpi plasmosomici della *Cavia* abbia fatto cenno alla possibilità che essi si formino in leucociti già entrati in circolo: per di più, secondo *Ciaccio*, i leucociti con corpi plasmosomici sarebbero prevalentemente d'origine splenica, mentre quelli della *Rana* (che, se non tutti, almeno in grandissima maggioranza secernono il corpo citoplasmatico dopo essere entrati in circolo) sono esclusivamente d'origine midollare. — E' quindi opportuno, anche per non fare confusioni inutili, di chiamare provvisoriamente questi corpi nella *Rana* col nome di corpi citoplasmatici, visto che delle differenze non trascurabili impediscono di identificarli con quelli della *Cavia* e di altri mammiferi. *Abbiamo visto che, per quanto il modo di formazione di questi corpi sia verosimilmente lo stesso, ed essi appaiano negli stessi organi e in elementi corrispondenti tanto nella Rana che nella Cavia, pure si osservano troppo gravi differenze nello loro funzionalità: il nesso che*

si è stabilito fra questi corpi e le granulazioni eosinofile per i mielociti della *Rana* sembra non esista nella *Cavia* per gli elementi corrispondenti nello stesso organo; di più, mentre tali mononucleati si trovano regolarmente in circolo nella *Cavia*, non si trovano di regola nella *Rana*; altre differenze infine abbiamo notato nella funzionalità degli elementi splenici con corpi citoplasmatici (o plasmosomici) che pur esse si oppongono ad una completa identificazione.

#### IV° Esperimenti sulle Caviae.

Visto il risultato degli esperimenti con corpi estranei, nelle *Rane*, mi parve interessante condurre ricerche analoghe sopra alcune *Caviae*, spinto a ciò anche dall'aver letto le lunghe e minuziose ricerche del *Maximow*<sup>1)</sup> sopra animali a sangue caldo (coniglio, cane, piccione) con corpi estranei a diretto contatto coi tessuti.

a) *Esperimenti con corpi estranei isolati.* Prima di accennare per sommi capi alle conclusioni del *Maximow*, descrivo brevemente il risultato della prima parte dei miei esperimenti sulle *Caviae*, circa il comportamento dei leucociti intorno ad un corpo estraneo perfettamente isolato da tessuti e da organi.

Per questi esperimenti mi servii di piccoli tubetti di vetro (contenenti midollo di sambuco) dello stesso tipo di quelli adoperati per le *Rane*, ma di dimensioni minori: adoperando quindi le misure antisettiche necessarie introdussi i tubetti (uno per ogni *Cavia*) nella parete muscolare dell'addome, ricucendo poi con cura muscolo e tegumento: la ferita dopo qualche giorno era perfettamente rimarginata. Uccisi gli animali a varii intervalli da 7 a 54 giorni, e ne ottenni un risultato che credo abbastanza chiaro e preciso: in nessun caso, dentro al tubetto, intorno al corpo estraneo si è formato un tessuto e nemmeno un abbozzo, mentre già fino dall'esame del contenuto del primo tubetto appare che i leucociti vi accorrono in un numero stragrande. (Ho detto leucociti per quanto fra questi si debbano comprendere facilmente anche alcuni di quelli che son chiamati da varii autori *clasmotociti*, *cellule avventizie simili ai leucociti* ecc., che sono sempre

<sup>1)</sup> *A. Maximow*, Experimentelle Untersuchungen über die entzündliche Neubildung von Bindegewebe.



in ultima analisi dei leucociti (mononucleati) trovantisi nel connettivo intramuscolare, e come tali si comportano nel tubetto e, come vedremo poi, intorno a corpi estranei a diretto contatto coi tessuti). Il tubetto levato dalla Cavia dopo 7 giorni contiene in fondo (dove c'è il sambuco) un liquido torbido, roseo. Il liquido contiene una gran quantità di leucociti e dei globuli rossi dei quali alcuni sono fagocitati da polinucleati o grandi mononucleati. La maggior parte dei leucociti però si presenta alterata con fenomeni di cariolisi già avanzata, specialmente in quelli che più sono addossati alle pareti del sambuco: attorno a questo non formano nemmeno lo pseudotessuto che si abbozza nella *Rana*. Ciò dipende dalla loro più facile distruttibilità in relazione col loro maggiore differenziamento anatomico e funzionale, e con la mancanza di scambi nutritizi.

Non è facile in tali condizioni, poter identificare le varie specie leucocitarie per vedere in quali proporzioni si trovino entro il tubetto, ma sembra che anche qui i linfociti e gli eosinofili siano in quantità molto ridotta: i leucociti meglio conservati hanno spesso citoplasma a piccoli vacuoli e nucleo con reticolo cromatico distinto e che si colora fortemente coi colori basici: in quelli in degenerazione, la cariolisi è così rapida che non appare chiaro se il nucleo passi per uno stadio di pienosi. — Dopo 7 *giorni* non si ha quindi nessun accenno alla formazione di un tessuto: i leucociti rapidamente degenerano.

Prolungai tuttavia l'esperimento in altri individui. Dopo 24 *giorni*: il tubetto che appare come incapsulato fra le pareti muscolari dal connettivo intramuscolare, è completamente ripieno di una sostanza densa, rosea, torbida. Essa è formata da una quantità grandissima di leucociti di cui pochi hanno un aspetto sicuramente vitale. Di questi leucociti, alcuni (gli ultimi arrivati) hanno aspetto non molto dissimile dai normali, altri più numerosi hanno citoplasma spiccatamente vacuolare e nucleo normale, cioè con reticolo cromatico evidente: specialmente questi ultimi possono mostrare fenomeni di fagocitosi nell'inglobazione di eritrociti. — Per la maggior parte però mostrano un nucleo rotondeggiante fortemente basofilo e senza struttura, oppure 2 o 3 piccoli nuclei pure fortemente basofili e senza struttura: il citoplasma appare in dissoluzione e le granulazioni dei

polinucleati (gli eosinofili sono scarsissimi) che allo stato normale sono facilmente riconoscibili sembra si sciolgano nel citoplasma stesso o da esso vengano mascherate perchè di solito non è possibile distinguerle che assai confusamente. — Intorno al corpo estraneo poi i leucociti appaiono più profondamente degenerati o addirittura distrutti.

Riassumendo, anche qui non si ha alcun accenno a neoformazione: i leucociti degenerano meno rapidamente che nell'esperimento precedente, essendo il tubetto ripieno e quindi possibili, o bene o male, degli scambi; in seguito a ciò il leucocito passa dalle condizioni normali rapidamente ad uno stadio maggiore di attività durante il quale ha una certa attività fagocitica; di qui in breve allo stadio di picnosi e poi alle alterazioni più profonde; come abbiamo già visto.

Risultato analogo si ha dal tubetto tolto da una *Cavia* dopo 52 giorni. Esso pure appare incapsulato e completamente ripieno della stessa sostanza rosea e torbida, divenuta un po' più densa. Questa al microscopio risulta costituita esclusivamente o quasi da leucociti: gli eritrociti sono pochissimi nella parte superiore del tubetto, dove si hanno pure anche i leucociti meglio conservati (perchè giuntivi da minor tempo e più facilmente a contatto cogli umori nutritizi): più profondamente gli eritrociti vanno scomparendo e si hanno esclusivamente (o quasi) leucociti in degenerazione e in dissoluzione come quelli dell'esperimento precedente, colla differenza che qui più numerosi appaiono i leucociti negli stadi degenerativi più avanzati.

*Concludendo, da questa serie di esperienze si ricava come i leucociti della Cavia, pur manifestando un'attività funzionale un po' diversa da quelli della Rana (come ad esempio risulta evidente nella leggera attività fagocitica) pure, messi in condizioni simili a quelli, non accennano a dare una neoformazione, ma molto più rapidamente che nella Rana, degenerano e si dissolvono, per la deficienza di scambi nutritizi.*

*Anche qui la grande maggioranza delle forme leucocitarie è data da leucociti con citoplasma abbastanza ricco (non linfociti), e gli eosinofili appaiono in numero molto limitato.*

b) *Esperimenti con corpi estranei a diretto contatto coi tessuti.* Più interessanti sono i risultati che si ottengono mettendo un corpo

estraneo a diretto contatto coi tessuti: nel nostro caso, a contatto col tessuto muscolare e quindi col connettivo intramuscolare.

Abbiamo già accennato negli esperimenti precedenti alla incapsulazione del tubetto, che si verifica dopo un certo numero di giorni. Studiando la neoformazione che per gran parte costituisce la capsula avvolgente il tubetto non riesce facile e chiaro seguire i vari aspetti morfologici dei leucociti che son pur numerosi nella fascia connettivale sviluppatasi, poichè la superficie del corpo estraneo è perfettamente liscia e manca quindi di quelle piccole cavità e sottili fessure che più facilmente permetterebbero di seguire tali processi e trasformazioni.

A ciò si riesce invece discretamente sostituendo al tubetto dei pezzetti di sambuco liberi: intorno a questi corpi accorrono in gran numero i leucociti e si forma e si sviluppa nel corso di pochi giorni un tessuto connettivale incapsulante.

Come già precedentemente ho accennato, su tali neoformazioni fece osservazioni assai minute il *Maximow*.

Egli condusse le sue esperienze su alcuni animali a sangue caldo, introducendo il corpo estraneo (generalmente una laminetta di vetro ripiegata su se stessa e contenente nella fessura detriti di vetro, sabbia, ecc.) o dentro il muscolo o sotto la pelle dei vari animali.

Egli distingue nel connettivo normale tre varietà di cellule. I° *le usuali cellule connettivali*; II° *le cellule migranti rotonde*; III° *i clasmatoцити* (che identifica coi macrofagi di Dominici).

Quando, intorno al corpo estraneo si viene costituendo la capsula, egli vi distingue le comuni cellule connettivali o *fibroblasti*; e gli elementi liberi, che suddivide in *leucociti* o cellule libere a nucleo polimorfo e in *poliblasti* o cellule uninucleate, rotonde, ameboidi.

I *poliblasti* sono quindi (dice l'Autore) dati dalle cellule migranti del connettivo, derivate alla loro volta da mononucleati del sangue, dai clasmatoцити, dalle cellule avventizie simili ai clasmatoцити, ma per la maggior parte da linfociti o grandi mononucleati (fra i quali non fa distinzione) emigrati dai vasi, e ciò ammette visto il loro grande numero dopo breve tempo dall'introduzione del corpo estraneo.

A me sembra che le denominazioni di *leucociti* e *poliblasti* nel

senso dato loro dal *Maximow* non abbiano una serie ragione di esistere, poichè tutto quell'insieme di cellule che l'*A.* ha voluto raggruppare sotto il nome di poliblasti non è dato, alla fine, che da leucociti uninucleati linfociti e grandi mononucleati, che vengono in tal modo fusi assieme quando ancora, almeno per i *Mammiferi*, è ben lungi dall'essere risolta la questione circa la loro identità o meno d'origine, mentre invece vengono separati in certo modo i grandi mononucleati dai leucociti a nucleo polimorfo, fra i quali da tutti è ammessa la stretta parentela.

Ma altre considerazioni mostrano l'inopportunità di questa suddivisione: per quanto l'*A.* dimostri una diversa attività funzionale fra quelli che egli chiama *poliblasti* e quelli che dice *leucociti*, pure mancano risultati veramente sicuri che mostrino una profonda differenza fra gli uni e gli altri; ed anche ove tale differenza fosse dimostrabile, non è certo in ogni modo ben fatto ridurre la denominazione di leucociti ai soli leucociti a nucleo polimorfo.

Il *Maximow*, dopo aver studiato scrupolosamente le diverse fasi della neoformazione connettivale, conclude che i leucociti (cioè i leucociti a nucleo polimorfo) appaiono subito nel territorio infiammato e non hanno alcuna visibile e propria attività fagocitaria: possono rimanere a lungo in vita specialmente ipertrofizzandosi: essi vanno sempre diminuendo nel corso del processo. I fibroblasti, cioè le usuali cellule del connettivo, appaiono pure nei primissimi stadi del processo infiammatorio disponendosi a circondare il corpo estraneo: col proceder del tempo i fibroblasti si isolano e si trasformano in istogeneiche cellule migranti: ciò l'*A.* assicura specialmente per il cane e il Colombo: i fibroblasti inoltre moltiplicandosi producono la massa fondamentale del nuovo tessuto. — Nel coniglio i fibroblasti conservano le loro caratteristiche particolarità e solo in casi rarissimi si arrotondano e si isolano, e tanto più facilmente si riconoscono, anche per l'aspetto esterno, dai poliblasti. I fibroblasti del coniglio sembrano inadatti alla fagocitosi; quelli del cane e Colombo funzionano talvolta da fagociti.

I poliblasti compaiono in masse già nelle prime ore dopo l'introduzione del corpo estraneo; sono elementi uninucleati ameboidi: essi

si sviluppano in grandi cellule ameboidi e sono dotati di energica attività fagocitica: possono assumere varii aspetti e contenere granulazioni: quando il giovane tessuto formatosi entra in una fase di riposo cicatrizzandosi, i poliblasti non scompaiono: alcuni muoiono, altri rientrano in circolo, ma la maggior parte rimane ad asportare i prodotti cellulari morti: in seguito alcuni riacquistano l'*habitus* di elasmatociti nel nuovo tessuto cicatrizzante, altri si evolvono maggiormente trasformandosi in cellule del tutto simili ai fibroblasti: che essi poi diventino veri e propri fibroblasti, l'A. lo crede probabile, ma non dimostrato.

Le ricerche del *Maximow*, per quanto interessanti e importanti, non risolvono il principale problema, quello cioè sulla capacità o meno dei leucociti di trasformarsi in cellule connettivali (fibroblasti): egli arriva a negare tale proprietà ai leucociti polinucleati (i suoi leucociti) ammettendo come probabile la trasformazione dei poliblasti (mononucleati) in fibroblasti. Egli ammette invece la trasformazione dei fibroblasti in cellule migranti rotondeggianti che dice distinguibili dai veri poliblasti, mentre d'altro canto ammette l'esistenza di poliblasti (cellule migranti) simili a fibroblasti: dice inoltre che i leucociti (polimorfi) non hanno alcuna visibile attività fagocitica.

Senza ripetere dettagliatamente la descrizione dei miei esperimenti nella *Cavia*, riassumerò in breve ciò che da essi risulta.

Il tessuto connettivo incapsulante si sviluppa assai presto, e dopo circa *un mese* esso costituisce una capsula connettivale robusta. — Contemporaneamente intorno al sambuco accorrono in grande quantità i leucociti fra i quali numerosissimi i polinucleati (eccezione fatta per gli eosinofili quasi mancanti, come pure osserva il *Maximow* nei suoi esperimenti) e i grandi mononucleati; di questi quasi nessuno contiene corpi plasmosomici come quelli descritti da *Cesaris-Demel* ecc.; i linfociti sono pure in quantità piuttosto scarsa.

I leucociti si accumulano in grande numero nelle cellule esterne del sambuco, avvolto dal connettivo sviluppantesi: essi sono abbondantemente nutriti dal sangue che filtra attraverso parecchie lacune del nuovo tessuto, specialmente nella sua parte più aderente al sambuco. Tanto i mononucleati che i polinucleati presentano spiccate

proprietà fagocitiche: così i polinucleati inglobano assai spesso degli eritrociti (Fig. 14, num. 4, 5, 6, 7, 8) molto più che non i mononucleati che pur inglobando qualche volta degli eritrociti, più facilmente fagocitano polinucleati o linfociti piccoli degeneranti (Fig. 14, num. 1, 2, 3, 9, 10). Si manifesta però anche nella *Cavia* una differenza ben chiara fra polinucleati e mononucleati; mentre i primi, pur ipertrofizzandosi leggermente (presentando citoplasma vacuolare) non aumentano molto di volume (Fig. 14, num. 11, a 17), dei secondi alcuni si sviluppano in grandi cellule ameboidi di forma svariata che si dimostrano sempre meno capaci di attività fagocitica. Nelle cellule periferiche del sambuco e in immediata vicinanza della faccia interna del connettivo avvolgente, tali cellule sono numerose ed assumono un aspetto sempre più simile ai fibroblasti fino ad assomigliare ad essi in ogni particolarità di struttura (Fig. 13, num. 1, a 10).

Ciò dimostrerebbe chiaramente la trasformazione dei mononucleati (poliblasti) in cellule connettivali (fibroblasti) se non ci si presentasse un dubbio che sperimentalmente credo sia difficile eliminare: la possibilità cioè (ammessa come cosa certa da *Maximow*) che i fibroblasti dello strato più interno della neoformazione possano trasformarsi in cellule migranti ed assumere in tal modo un aspetto simile a quello dei così detti poliblasti che sono andati assumendo dal canto loro una fisionomia simile a quella dei fibroblasti. — Dato che anche nella *Cavia* ciò possa avvenire, pure il fenomeno non appare certo in maniera evidente, mentre facendo alcune considerazioni sullo sviluppo della neoformazione, si potrebbe essere indotti ad ammettere piuttosto per più probabile la partecipazione di alcuni mononucleati, modificatisi come sopra accennammo, al maggiore incremento del tessuto connettivo.

Questo tessuto infatti si accresce in modo sensibile e continuamente progressivo anche dopo un periodo di circa un mese dall'introduzione del corpo estraneo, per divisione (di solito amitotica) dei fibroblasti. Questi appaiono più addossati fra loro in vicinanza del corpo estraneo, dove naturalmente lo stimolo formativo è più forte, e quivi si ha pure maggiore afflusso di sangue attraverso lacune irregolarmente decorrenti nello spessore del tessuto, delimitate da cellule assai simili ai fibroblasti ma più appiattite ed allungate.

Il tessuto neoformato ha quindi nella sua faccia interna i caratteri di un giovane e fitto tessuto connettivo, mentre radialmente, più lontano dal corpo estraneo il numero dei nuclei diminuisce, ed aumenta quello delle fibre connettivali. — Ora, sembra poco probabile che degli elementi connettivali (fibroblasti) si trasformino in cellule migranti proprio là dove più intenso si manifesta lo sviluppo del nuovo connettivo e più grande è lo stimolo formativo nel nuovo tessuto. Di più tale trasformazione, pare poco probabile anche perchè elementi ameboidi con proprietà fagocitiche non difettano attorno al sambuco, mentre non si potrebbe dare per certo che le nuove cellule migranti eventualmente derivanti dai fibroblasti avessero proprietà fagocitiche.

Resta invece fuori di dubbio il fatto che dai comuni mononucleati si ottengono per gradualì e quasi insensibili passaggi, grandi cellule ameboidi dapprima attivamente fagocitiche; in seguito nelle ultime fasi che conducono alla loro trasformazione in cellule assai simili ai fibroblasti questo potere accenna a diminuire e va di pari passo coi gradualì mutamenti del nucleo. Questo dapprima presenta una forma rozzamente rotondeggiante o irregolare con membrana nucleare spessa e granuli cromatinici di grandezza varia, fra loro congiunti da filamenti della stessa sostanza (Fig. 13, num. 1, 2, 3): in seguito il nucleo va assumendo una forma decisamente ovalare mentre la cromatina appare suddivisa in un numero maggiore di piccoli granuli press'a poco tutti della stessa grandezza: contemporaneamente la cellula aumenta di volume e il contorno cellulare si modifica, di solito allungandosi, mentre le estremità della cellula spesso si foggiano in prolungamenti appuntiti o mozzati, di solito piuttosto corti (Fig. 13, num. 4, a 10). Tali forme si possono osservare sia entro le cellule del midollo di sambuco, isolate o a piccoli gruppi di 4—5, che più perifericamente a contatto o quasi della faccia interna del fitto tessuto connettivo (Fig. 13, num. 11, a, b): qui appunto potrebbero essere interpretate come fibroblasti trasformantisi in cellule migranti.

E' quindi fuori di dubbio che i così detti poliblasti della Cavia si trasformano pur essi in cellule del tutto simili ai fibroblasti; non è però possibile trovare in nessun punto che sia isolato dal vero tessuto connettivo un'associazione di questi elementi che riproduca l'aspetto

del connettivo stesso: in alcune cellule del sambuco si trovano, bensì, dei poliblasti simili a fibroblasti vicini gli uni agli altri (4—5 al più) ma fra di loro non s'intrecciano delle fibre connettivali; perciò dunque, perchè tali cellule partecipino alla formazione del connettivo, occorre che vengano in contatto con elementi connettivali tipici, con dei veri fibroblasti; solo allora acquistano le proprietà di questi ultimi elementi e fra di essi si svilupperanno dei fasci di fibre connettivali. — Ciò infatti accade sulla faccia interna della capsula connettivale neoformata, dove questi speciali elementi si avvicinano e si addossano ai veri fibroblasti e con essi si confondono.

Il tessuto incapsulante che, come abbiamo già detto, dopo 20—30 giorni appare ben sviluppato, è costituito quasi esclusivamente da cellule a tipo fibroblasto, più fitte internamente (e quindi con pochi fasci di fibrille connettivali), più rade esternamente, essendo qui più sviluppati i fasci di fibrille connettivali che si presentano ondulati ma meno compatti che nella faccia interna della capsula. Questo connettivo, come già accennammo, è percorso da irregolari spazi sanguigni delimitati da cellule appiattite ed allungate, che probabilmente rappresentano un adattamento dei fibroblasti. Nel suo spessore sono poco numerose le cellule migranti mononucleate, grandi e piccole, come pure i polinucleati i quali ultimi funzionano solamente da fagociti: non è possibile dire invece con sicurezza se, delle cellule migranti che si trovano nello spessore della neoformazione, ve ne siano alcune che si trasformano in fibroblasti.

*Concludendo appare evidente come i leucociti accorsi assai numerosi attorno al corpo estraneo dimostrino tutti (eccettuati facilmente gli eosinofili e i piccoli linfociti, che vedemmo, in scarsissimo numero) proprietà fagocitiche assai energiche, mentre secondo Maximow (nel cane, piccione, coniglio) tale proprietà è evidente solo nei poliblasti (mononucleati) e manca nei leucociti (cioè leucociti polinucleati).*

*Tanto i polinucleati che i mononucleati mostrano capacità ad ipertrofizzarsi, ma mentre nei primi essa è quasi trascurabile tanto che non assumono mai dimensioni gran che superiori alle normali, i secondi si sviluppano facilmente in grandi cellule ameboidi, pur mantenendo (almeno per un certo tempo) le loro proprietà fagocitiche;*



*tali cellule si possono trasformare in elementi del tutto simili ai fibroblasti e, venendo a contatto coi fibroblasti, concorrono alla formazione del connettivo incapsulante. La massima importanza nella neoformazione va però sempre data ai fibroblasti che si moltiplicano attivamente per via diretta (raramente per cariocinesi) per cui sembra poco probabile che tali cellule si trasformino in cellule migranti e per di più fagocitiche.*

\*

\*

\*

#### V<sup>o</sup> Considerazioni sui corpi estranei nelle Rane e nelle Cavie.

Esaminiamo ora sommariamente i risultati ottenuti coi corpi estranei isolati e corpi estranei a diretto contatto coi tessuti nelle Cavie e nelle Rane.

Entro il tubetto i leucociti della Cavia reagiscono presso a poco tutti in un modo: sono dotati di potere fagocitico assai ridotto, non hanno alcuna facoltà ad ipertrozzarsi per diventare grandi cellule ameboidi (come i mononucleati intorno al sambuco libero) e mostrano grande fragilità, per cui facilmente e rapidamente degenerano. Tutto ciò dipende dalla mancanza e deficienza di scambi nutritizi che sono indispensabili per cellule altamente differenziate quali si mostrano i leucociti della *Cavia* e dei *Mammiferi* in generale.

I leucociti della *Rana* invece vivono assai più a lungo entro il tubetto, producono nel loro interno corpi citoplasmatici e si ipertrozzano diventando vacuolari, specialmente i mononucleati; però non si trasformano ulteriormente: giunti a questo stadio degenerano presentando pichiosi del nucleo e alterazione del citoplasma. — Intorno al corpo estraneo libero i leucociti della *Rana* riproducono gli stessi fenomeni un po' intensificati specialmente per ciò che riguarda la maggior produzione di corpi citoplasmatici, date le migliori condizioni d'ambiente: i fibroblasti del connettivo del derma e di quello intramuscolare non proliferano in corrispondenza del corpo estraneo e non accennano nemmeno lontanamente ad avvolgerlo.

Nella *Cavia* invece le cose vanno diversamente: qui il connettivo intramuscolare si sviluppa assai attivamente intorno al corpo estraneo mentre nello stesso tempo gran numero di leucociti vi accor-

rono intorno: essi, contrariamente a quelli della *Rana*, non contengono corpi citoplasmatici riferibili a quelli dei leucociti della *Rana* (o plasmosomici di *Cesaris-Demel*), ciò che costituisce un'altra differenza importante fra questi e quelli; sono inoltre attivissimi fagociti: i polinucleati contengono quasi tutti granulazioni specifiche che non si hanno nella *Rana*; i mononucleati si sviluppano in grandi cellule ameboidi fagocitiche non solo, ma si evolvono ulteriormente dando una serie continua che ci conduce dal tipico mononucleato ad elementi sempre più simili ai fibroblasti: in questa trasformazione il nucleo si modifica notevolmente.

Alcune circostanze importanti però ci è dato notare osservando i diversi aspetti morfologici delle varie specie di leucociti della *Rana* e della *Cavia*, specialmente per ciò che riguarda i linfociti e gli eosinofili.

Abbiamo visto che nella *Rana* i linfociti si trovano in quantità trascurabile sia attorno al sambuco libero che nel tubetto e vedemmo come anche quei pochi non mostrino alcuna apprezzabile attività. — Nei tubetti e attorno ai corpi estranei liberi della *Cavia*, i linfociti appaiono pure poco numerosi, ma mentre è facile asserire che essi nei primi non hanno importanza alcuna, possono avere forse un certo valore nel caso del corpo estraneo a diretto contatto coi tessuti. È possibile infatti che qui si trasformino in cellule di dimensioni maggiori, aumentando il citoplasma ed assumendo l'aspetto dei grandi mononucleati coi quali finirebbero per confondersi: tale trasformazione però sarebbe difficile a seguirsi anche perchè si potrebbe manifestare in un tempo piuttosto breve. Nessuna seria difficoltà dovrebbe esistere contro tale concetto dato che si voglia ammettere anche nella *Cavia* una stretta parentela fra linfociti e grandi mononucleati (concetto unicista che certamente è giusto per la *Rana*). — Il *Maximow* infatti dice che ad ingrossare il numero dei suoi poliblasti concorrono anche i linfociti, e siccome parte dei poliblasti assume aspetto di fibroblasti, così è ammissibile che alcuni fra questi derivino da linfociti.

Un risultato sicuro tuttavia abbiamo avuto tanto dagli esperimenti con le Rane che dai corrispondenti con le Caviae, e cioè che linfociti, coi caratteri loro propri di linfociti, non sono capaci di una

attività funzionale apprezzabile al contatto di corpi estranei, verso i quali accorrono in piccola quantità.

Per quanto riguarda gli eosinofili, le stesse considerazioni che per essi facemmo parlando di quelli della *Rana*, credo siano in massima applicabili a quelli della *Cavia*. — Tanto dentro i tubetti, come, più chiaramente, intorno al corpo estraneo a diretto contatto coi tessuti, gli eosinofili si ritrovarono in numero assai scarso cosicchè la presenza di alcuni pochissimi si può interpretare come affatto casuale.

\*                      \*

## VI<sup>o</sup> Conclusioni.

Riassumendo brevemente quanto risulta dalle presenti ricerche abbiamo:

### 1<sup>o</sup> Per la *Rana*.

a) Esiste stretta parentela fra i cosiddetti linfociti e gli altri leucociti, poichè la loro origine è comune e si manifesta quasi esclusivamente, se non esclusivamente, nel midollo osseo, dove si trovano costantemente tutte le forme di passaggio.

b) Gli eritrociti si ricollegano direttamente ai leucociti, poichè essi, come quelli, si riproducono nel midollo osseo da cellule del tutto uguali a quelle da cui hanno origine i grandi mononucleati e i leucociti a nucleo polimorfo del sangue circolante: queste cellule sono i medi e grandi mononucleati midollari che rappresentano quindi l'elemento più importante del midollo osseo stesso.

c) La trasformazione dei mononucleati in polinucleati si manifesta specialmente in circolo, ma la formazione delle granulazioni eosinofile si ha soltanto nell'organo ematopoietico.

d) La milza non produce in maniera apprezzabile nè leucociti nè eritrociti; i principali processi morfogenetici che in essa avvengono sono in relazione con la distruzione dei globuli rossi.

e) Intorno ad un corpo estraneo, sia esso isolato, sia a diretto contatto coi tessuti, i leucociti si comportano come ghiandole unicellulari; non dimostrano sicura attività fagocitica, e dopo un certo tempo degenerano senza dar luogo a neoformazioni. Nemmeno il connettivo prolifera per avvolgere il corpo estraneo, quando questo è con esso a

diretto contatto: questa è probabilmente la causa principale per cui i leucociti (specialmente i mononucleati) pur ipertrofizzandosi, non si evolvono ulteriormente.

f) I corpi citoplasmatici nelle cellule del midollo osseo, della milza e nei leucociti intorno ai corpi estranei, si originano tutti nello stesso modo dal nucleo, ma la loro evoluzione ulteriore è diversa in rapporto alla diversità di funzione.

### *2° Per la Cavia.*

a) I leucociti della Cavia, posti in condizioni di isolamento completo dai tessuti, degenerano assai rapidamente, dopo aver dimostrato una leggera attività fagocitica: accorrono però in quantità grandissima intorno al corpo estraneo isolato.

b) Intorno ad un corpo estraneo a diretto contatto coi tessuti, i leucociti si raccolgono pure in gran numero e si dimostrano attivi fagociti inglobando emazie (specialmente i polinucleati) e leucociti in degenerazione (specialmente i mononucleati). Sono scarsissimi i linfociti e gli eosinofili. Il connettivo intramuscolare prolifera nello stesso tempo assai rapidamente, racchiudendo in pochi giorni il corpo estraneo in una specie di capsula.

c) Tanto i leucociti polinucleati che i mononucleati (specialmente quelli trovantesi fra le lacune del corpo estraneo e presso la superficie interna della neoformazione) si ipertrofizzano facilmente: nei primi però il fenomeno è molto ridotto, mentre i secondi si sviluppano spesso in grandi cellule migranti e si trasformano via via in elementi uguali ai fibroblasti.

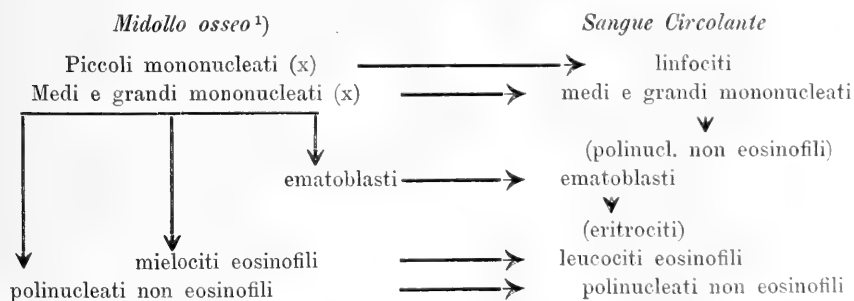
d) Queste grandi cellule simili ai fibroblasti (derivate da mononucleati) non riescono ad organizzarsi, fra le lacune del corpo estraneo in un tessuto connettivo, ma emigrando verso la superficie interna della capsula connettivale, raggiungono i fibroblasti quivi esistenti e con essi si confondono. La trasformazione completa dei mononucleati in fibroblasti è quindi possibile solo quando i mononucleati, convenientemente trasformati, vengano a contatto con elementi connettivali veri e propri. È poco probabile la trasformazione dei fibroblasti in cellule migranti, e per di più, fagocitiche.

Viste così le conclusioni alle quali siamo arrivati, credo opportuno fare ancora queste ultime considerazioni in relazione alle conclusioni stesse:

Nel midollo osseo della Rana esiste una complessa trasformazione cellulare che ha per punto di partenza il linfocito; questa trasformazione conduce in primo luogo ai medi e grandi mononucleati che si possono considerare come gli elementi più importanti del midollo osseo; essi si moltiplicano per via cariocinetica e ne divergono tre serie cellulari; gli ematoblasti che danno gli eritrociti, e due forme di leucociti; i polinucleati non eosinofili e i leucociti eosinofili.

Ora è da notare che elementi appartenenti a qualunque stadio di questa trasformazione possono passare nel sangue circolante; così vi passano numerosi linfociti; molti grandi mononucleati (che in circolo proseguono la loro trasformazione in polinucleati non eosinofili), vi passano gli ematoblasti negli ultimi stadi di trasformazione che completano in circolo (si può anzi dire che in generale la formazione degli eritrociti si completi solo in via eccezionale nel midollo osseo); poi vi passano i leucociti eosinofili (che come dicemmo elaborano le granulazioni ossifile solamente entro l'organo emopoietico), e infine quei pochi polinucleati non eosinofili che arrivano a diventare tali nel midollo stesso.

Potremo quindi fare una specie di specchio per mettere in maggior evidenza quanto sopra dicemmo:



<sup>1)</sup> Il segno (x) indica moltiplicazione degli elementi.

Vogliamo inoltre insistere specialmente sulle condizioni che rendono possibile la trasformazione dei leucociti (mononucleati) in fibroblasti.

Abbiamo visto che attorno al sambuco, nella Cavia, si sviluppa un tessuto connettivo incapsulante per moltiplicazione dei fibroblasti del connettivo intramuscolare e per concorso dei mononucleati, mentre entro le cellette del sambuco, anche nelle più esterne, i mononucleati, pur trasformandosi in cellule del tutto corrispondenti ai fibroblasti e trovandosi magari in più d'uno a reciproco contatto, non si organizzano a formare un tessuto connettivo.

*Dunque, mentre per le trasformazioni strutturali dei mononucleati bastano le relazioni umorali coi tessuti circostanti, queste relazioni non sono sufficienti per l'unione degli elementi stessi fra loro. — Perchè questa unione avvenga, perchè cioè tali elementi si attacchino permanentemente e formino un tessuto connettivale, è necessaria la relazione di contatto col tessuto già formato, ciò che si può esprimere dicendo, che le cellule connettivali sono capaci di esercitare un'azione trofica sugli elementi di origine leucocitaria già strutturalmente simili a loro, ma ancora disgiunti.*

Nella Rana abbiamo osservato mononucleati cresciuti, con citoplasma abbondante e vacuolare, come in quelli di Cavia che divengono poi fibroblasti: ora è interessante notare che nella Rana stessa il processo a questo punto si arresta, mentre il connettivo non mostra tendenza a proliferare.

---

## Spiegazione della tavola.

Tutte le figure sono disegnate con la camera lucida Abbé-Apathy, oculare 4, obbiettivo imm. ad olio di Zeiss-*Ap.* 1. 30. — Foglio all'altezza del preparato: ingrandimento circa 2000 diametri.

Colorazione: Soluzione triacida di Ehrlich.

- Fig. 1. Elementi del sangue di Rana (normale): Num. 1—2 globuli rossi; Num. 3—4 linfociti; Num. 5 medio mononucleato; Num. 6—7 grandi mononucleati; Num. 8, 9, 10 polinucleati non eosinofili; Num. 11 polinucleato eosinofilo; Num. 12 ematoblasto.
- Fig. 2. Porzione di midollo osseo di Rana (normale): *a b* piccoli mononucleati; *mm* mononucleati medii; *gm* grandi mononucleati; *pl* polinucleati; *e* eosinofili.
- Fig. 3. Porzione di midollo osseo di Rana (normale) (lettere come nella Fig. 2): Attiva produzione di corpi citoplasmatici.
- Fig. 4. Formazione delle granulazioni eosinofile nel midollo osseo (Rana normale): Num. 1 Grande mononucleato midollare; Num. 2 Grande mononucleato con corpo plasmosomico; Num. 3, 4, 5, 6 Moltiplicazione, frammentazione e mutamenti chimici (reazione colorante) dei corpi citoplasmatici; Num. 7 Comparsa di granulazioni eosinofile tipiche; Num. 8—9 Eosinofili mononucleati; Num. 10 Eosinofili con nucleo a biscotto; Num. 11—12 Eosinofili a nucleo polimorfo.
- Fig. 5. Distruzione degli eritrociti nella milza, e fagocitosi del pigmento (Rana normale): Num. 1—5 Come si distruggono i globuli rossi nella milza; Num. *a—c* Leucociti che hanno fagocitato pigmento (residui di globuli rossi).
- Fig. 6. Derivazione degli eritoblasti da cellule a tipo medio o grande mononucleato nel midollo osseo. — (Dal midollo osseo di una Rana dissanguata uccisa dopo 4 giorni.) Num. 1, 2, 3 Elementi midollari a tipo medio e grande mononucleato; Num. 4, 5 Accenno e accentuazione graduale della forma fusata: comparsa delle minute granulazioni nel citoplasma; Num. 6, 7, 8 Elementi fusiformi tipici con numerosissime e fitte granulazioni citoplasmatiche; Num. 9 Fusione parziale delle granulazioni negli ematoblasti; Num. 10, 11 Ultime fasi di maturazione dell'ematoblasto con la comparsa di emoglobina; Num. 12 Eritrocito adulto.
- Fig. 7. Aspetti degenerativi degli eosinofili (da un tubetto dopo 5 giorni in Rana).
- Fig. 8. Mononucleati e polinucleati non eosinofili da un tubetto tolto da una Rana dopo 5 giorni. Num. 1—2, 5, 8 Mononucleati e polinucleati con aspetto normale; Num. 3—4, 6—7 Mononucleati e polinucleati con corpi citoplasmatici.

- Fig. 9. Accenno alla formazione dello pseudo-tessuto intorno al corpo estraneo (dopo 5 giorni, Rana).
- Fig. 10. Come appare lo pseudo-tessuto nei punti dove più simula un vero tessuto (dopo un mese, nella Rana).
- Fig. 11. Diversi aspetti dei leucociti in un tubetto levato dopo 50 giorni. Num. 1, 2 Forme normali; Num. 3, 4, 5 Grandi mononucleati con corpi citoplasmatici (la fig. 4 riproduce un aspetto, osservato qualche rara volta, di rapida degenerazione dei corpi citoplasmatici); Num. 5 Polinucleato eosinofilo normale; Num. 7 Frammentazione del corpo citoplasmatico; Num. 8, 9 Polinucleato con corpo citoplasmatico, e mononucleato medio; Num. 10 Leucocito eosinofilo degenerato; Num. 11, 12 Polinucleato e mononucleato vacuolizzati; Num. 13, 14 Picnosi del nucleo e dissoluzione del citoplasma; Num. 15, 16 Picnosi e frammentazione del nucleo; Num. 17 Picnosi del nucleo in un mononucleato, e condensazione del citoplasma.
- Fig. 12. Produzione di corpi citoplasmatici ed ipertrofizzazione (vacuolizzazione) nei mononucleati e polinucleati non eosinofili presso il sambuco libero in cavità viscerale, dopo 5 giorni (Rana). Num. 1 Polinucleato in cui il nucleolo sta per diventare corpo citoplasmatico; Num. 2 Grande mononucleato; Num. 3 e 5 Grandi mononucleati con corpi citoplasmatici; Num. 4 Grande mononucleato notevolmente ipertrofico; Num. 6, 7, 8, 9 Varii aspetti di polinucleati; Num. 10 Mononucleato sviluppatosi vistosamente.
- Fig. 13. Trasformazione dei mononucleati in fibroblasti entro le cellette esterne del sambuco. Num. 1—10 Varii aspetti assunti dal mononucleato in questa trasformazione: nella figura 9 si ha fagocitosi di un polinucleato; nella 10 il mononucleato trasformatosi e addossato ad una parete d'una cellula del sambuco. Num. 11 Piccola porzione di tessuto neoformato: faccia interna. In *a*, *b* due cellule derivate da mononucleati vanno ad addossarsi al nuovo tessuto.
- Fig. 14. Fagocitosi ed ipertrofizzazione nei leucociti di Cavia intorno al sambuco a diretto contatto col tessuto muscolare (dopo 24 giorni). Num. 1, 2 Leucociti mononucleati fagocitanti eritrociti; Num. 3 Mononucleato che ha fagocitato un polinucleato; Num. 4, 5, 6, 7, 8 Polinucleati che hanno fagocitato degli eritrociti; Num. 9 Mononucleato che ha fagocitato un eritrocito; Num. 10 Mononucleato che ha inglobato un leucocito polinucleato.



Aus dem anat. Institute der vet.-med. Fakultät Zürich.  
(Prof. Dr. Zietzschmann.)

## Die arteriellen Kopfgefäße der Katze.

Von

**Rud. Hürlimann,**  
St. Gallen.

(Mit Tafel XIII und 4 Textfiguren.)

---

In den letzten Jahren sind eine Reihe von Untersuchungen über die arteriellen Kopfgefäße bei verschiedenen Tierarten im veterinär-anatomischen Institute Zürich angestellt worden. So beschäftigte sich *P. Canova* mit denen bei Schaf und Ziege (1909); *C. Brückner* studierte die des Hundes (1909) und *K. Schmidt* die des Rindes (1910). Wie für diese Tierarten die Notwendigkeit bestand, die allgemeine Verteilung der Kopfarterien dank gründlicher Untersuchungen festzulegen, so gilt das auch für die Katze. Nur die größten Besonderheiten im Verzweigungstyp bei *Felis domestica* sind bekannt. So das paarige Wundernetz in der Schädelhöhle, das in der Hauptsache durch die *A. maxillaris interna* gespeist wird; so die verhältnismäßig rudimentäre Ausbildung der *A. carotis interna*; so der Übergang der *A. vertebralis* in den Wirbelkanal zur Bildung der *A. basilaris cerebri*. usf. Mit wenigen Ausnahmen finden sich in der Literatur nur allgemeine Angaben, oft einfach von den anderen Tierarten abgenommen, oder sie sind ungenau und oft sich widersprechend. Dagegen haben *Tandlers* Spezialuntersuchungen uns eine genaue Kenntnis besonders der *A. carotis interna* der Katze gebracht. Die Gefäße des Gehirns wurden nur insoweit berücksichtigt, als sie für unsere Untersuchungen

von Wichtigkeit waren. Im übrigen sei auf die Arbeit von *Hofmann* verwiesen.

Die Untersuchungen wurden auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. *O. Zietzschmann* und unter seiner Leitung ausgeführt.

Hinsichtlich der Technik sei hier nur kurz erwähnt, daß wie bei den obengenannten Untersuchungen auch ich die insbesondere von *H. Virchow* empfohlene, durch Zinnober gefärbte alkoholische Schellacklösung zur Injektion verwendete. In 2% Formaldehydlösungen bewahrte ich die Köpfe bis zur Fertigstellung der Präparation auf. Die Resultate sind sehr zufriedenstellende. Aus äußern Gründen war es mir nicht möglich, mehr als 5 Köpfe von durchgehends großen Exemplaren der *Felis domestica* zu untersuchen; immerhin konnten noch 5 Köpfe zu Kontrollpräparaten in Einzelfragen Verwendung finden. Meine Darlegungen gründen sich demnach auf 10malige Feststellung sämtlicher Einzelheiten im Verlauf und in der Verzweigung der in Rede stehenden Gefäße. Da die Variationen bei der Katze im Verhältnis nur geringe sind, so dürften die Ergebnisse immerhin ein einigermaßen getreues Bild des Verzweigungstypus der Kopfarterien bei der Katze geben.

#### *Untersuchungsbefunde.*

Die *A. carotis communis* (Fig. 1a) läuft als ein durchschnittlich 3 mm starker Stamm (bei einem ganz großen Präparat 4 mm Durchmesser) entlang dem dorsolateralen Rande der Trachea, resp. lateral vom Ösophagus, kopfwärts. Sie liegt dabei eng der ventralen Fläche des *M. longus capitis* an und beschreibt bis zum dorsolateralen Rand des Larynx einen leichten, dorsal konkaven Bogen. An der dorso-kranialen Larynxecke, wo sie an die mediale Fläche des *M. digastricus* zu liegen kommt, wird sie lateral vom *N. hypoglossus* gekreuzt. In ihrem ganzen Verlauf ist die Arterie dorsolateral von den beiden Nervenstämmen des *Vagus* und *Sympathicus* begleitet, die schädelwärts aber mehr auf die dorsale Seite treten. An ihrem ventralen Rande verläuft der *N. recurrens*.

Die *Arteria carotis communis* geht meistens entlang dem dorsalen Rande der *Glandula thyreoidea* und medial der *Glandula mandibularis* an den dorsolateralen Rand des *Pharynx*. Bevor sie diesen

erreicht, liegen ventral von ihr die retropharyngealen Lymphdrüsen. Es ist jedoch die Lage der gemeinschaftlichen Kopfarterie zu den sämtlichen erwähnten Drüsen sehr abwechselnd, indem z. B. in einem Fall die Glandula thyreoidea medial von ihr liegt, in einem andern Fall wieder mehr lateral.

In ihrem Verlauf bis zum Digastrikusrande entläßt die A. carotis communis in ziemlicher Regelmäßigkeit 4 schwächere Nebengefäße für die ihr benachbarten Muskeln, Schilddrüse, Luft- und Speiseröhre, sowie Schlund und Kehlkopf. Auf der Höhe des kranialen Larynxrandes, direkt kaudal am M. digastricus wird die gemeinsame Kopfarterie zur A. carotis externa, nachdem sie aus medialer Wand den Trunkus für die Hinterhaupts- und innere Kopfarterie abgegeben hat.

Weitaus der verbreiteste Ast, der aus der A. carotis communis zugleich als erstes Gefäß entspringt, ist der *Ramus muscularis für die Muskulatur der Kopfhälfte des Halses* (Fig. Ib). Er entspringt auf der Höhe des kaudalen Larynxrandes und der Mitte des Epistropheus aus der dorsolateralen Wand der gemeinsamen Kopfarterie, wo er gleich lateral vom N. vagus et sympathicus gekreuzt wird. Hierauf steigt der Muskelast quer über die laterale Fläche des M. longus capitis bis zur Rinne, die dieser mit dem M. scalenus bildet, resp. mit dem ventralen Rande des M. omotransversarius.

Dieser Gefäßstamm besitzt durchschnittlich eine Länge von 1 bis 1½ cm, ist etwas kopfwärts, einmal eher kaudal, gerichtet und in der Regel ohne Nebengefäße. In zwei Fällen zieht der Stamm auf der lateralen Fläche des M. longus capitis rein oralwärts, um dann nach ca. 1 cm Verlauf in die oben erwähnte Muskelrinne plötzlich dorsal und kaudal umzubiegen. In allen Fällen verschwindet der Endstamm des Ramus muscularis nach kurzem Verlauf meistens in etwas kranialer Richtung in der Rinne, nachdem er vorher drei größere Nebenäste abgegeben hat. Er geht dabei mit dem ventralen Aste des dritten Halsnerven an der ventralen Fläche des M. scalenus medial, um dann unter die kaudale freie Spitze des Processus transversarius des Epistropheus zu treten. Hier nimmt er dorsale Richtung an, bedeckt vom M. intertransversarius longus, und läuft lateral über die A. vertebralis und

das Foramen intervertebrale zwischen zweitem und drittem Halswirbel hinweg. So gelangt er, auf dem kaudalen Gelenkfortsatz des Epistropheus weiterziehend, unter den *M. obliquus capitis caudalis*, wo seine Teilung beginnt.

Schon in der Muskelrinne zwischen *M. scalenus* und *M. longus capitis* gibt der Hauptstamm unregelmäßig kleinere Zweige ab an beide Muskeln. Dann sendet er in der Höhe des Foramen intervertebrale einen Zweig ab, der in medialer Richtung und ventral der *A. vertebralis* an die Unterfläche des Wirbelkörpers zieht, um sich dort im Ansatz des *M. longus colli* zu verästeln.

Die Endteilung erfolgt, wie schon erwähnt, erst auf dem kaudalen Gelenkfortsatz des zweiten Halswirbels und zwar ziemlich konstant wie folgt:

- a) Nackenwärts zieht ein Ast in den *M. obliquus capitis caudalis*.
- b) Ein zweiter Ast steigt in demselben Muskel senkrecht auf.
- c) Der dritte Ast geht an der dorsalen Querfortsatzwurzel kaudal, um sich in dem sie bedeckenden *M. intertransversarius longus* aufzulösen.

In einem Fall übernimmt dieser Ast die Funktion des folgenden tiefen Muskelastes. Ein längerer Endast von ihm senkt sich medial vom *Processus transversarius* des dritten Halswirbels, also an dessen kaudalem Rande, in den ventral gelegenen *M. longus colli*. Er überkreuzt dabei die *A. vertebralis* auch lateral und gelangt dann an den dritten Halswirbelkörper.

- d) Der stärkste, der Endast des Hauptstammes, steigt mit dem dorsalen Ast des dritten Halsnerven unter dem *M. obliquus capitis caudalis* in dorsokaudaler Richtung an und gelangt so zwischen dem erwähnten Muskel und dem *M. intertransversarius* an die Unterfläche des *M. semispinalis capitis*. Dort entläßt er Zweige in den *M. multifidus cervicis*, sowie einen stärkern in den Ursprung des *M. obliquus capitis caudalis*. Der immerhin noch starke Endast zieht bogenartig nackenwärts an der Unterfläche des *M. semispinalis capitis* und vascularisiert die dorsokraniale Partie dieses Muskels, also be-

sonders den M. biventer. In einem Fall tritt er sogar durch den M. biventer hindurch in die Mm. splenius, rhomboideus und cleidocervicalis bis nahe an die Mittellinie.

In seinem bogenartigen Verlauf in der Rinne der Mm. scalenus und longus capitis gibt der Hauptstamm des großen Halsmuskelastrastes verschiedene Nebenzweige ab, deren Verteilung bei allen Präparaten im Großen dieselbe ist. Ungefähr 1 cm nach seinem Ursprung entläßt er aus lateraler Wand einen Ast auf die laterale Fläche des M. omotransversarius (Fig. I ba). Er geht zwischen diesem und dem M. cleidomastoideus dorsal entlang dem kaudalen Rande des zweiten Halsnerven und gelangt so auf den M. splenius, wo er sich in drei größere Zweige auflöst. Der eine dieser drei Endäste tritt zwischen M. sternocephalicus und M. cleidocervicalis auf deren Außenfläche und verliert sich in feinen Verästelungen in dieser, sowie in der umliegenden Hautmuskulatur. Die beiden andern Endäste ziehen auf dem M. splenius dorsal in die kraniale Partie des M. cleidocervicalis. Dieser erste Nebenast ist bis in seine Endverzweigungen hinaus von Ästen des zweiten Halsnerven begleitet. Hin und wieder gibt er an seinem Ursprung einen schwachen Nebenzweig in den ventralen Rand des M. omotransversarius, sowie einen solchen in die mediale Fläche des Ansatzes des M. cleidomastoideus.

In einem besonderen Fall entläßt der Ramus muscularis 2 mm nach seinem Ursprung aus der A. carotis communis einen starken Ast aus seiner dorsalen Wand auf die laterale Fläche des M. longus capitis. Er geht erst in dorsokranieler Richtung, um dann plötzlich in die Muskelrinne des M. longus capitis und des M. scalenus caudal einzubiegen und sich dort zu verästeln. Ein Zweig steigt wieder dorsokraniel an auf die laterale Fläche des M. omotransversarius und gibt dort Äste in diesen selbst und in den darüber gelegenen M. cleidomastoideus. Zwei andere Zweige verschwinden in der genannten Muskelrinne medial- und kaudalwärts, indem der eine den M. scalenus vaskularisiert, während der andere mit dem vierten Halsnerven weiter medial zieht zu den tiefer gelegenen Halsmuskeln. Dieser Ast entspricht dem tiefen Muskelast des später zu beschreibenden dritten Nebenastes.

Meistens aus dorsaler Wand des Ramus muscularis tritt der zweite Nebenast (Fig. I bb) hervor, wenige Millimeter vom ersten entfernt, direkt unter den M. omotransversarius, nachdem er in kranialer Richtung den zweiten Halsnerven lateral überkreuzt hat. Er biegt sofort medial ab, um zwischen M. longus capitis und M. scalenus in die Tiefe zu treten. Dabei gibt er in beide Muskeln, besonders aber in den M.

longus capitis unregelmäßige Nebenzweige ab. Sein Endast zieht in dorsomedialer Richtung mit dem ventralen Ast des 2. Halsnerven, entlang dem kaudalen Atlasflügelrand, überkreuzt dabei mit dem Nerven die laterale Fläche der A. vertebralis, genau dort, wo diese vom Foramen transversarium des Epistropheus in dasjenige des Atlas übergeht, und verzweigt sich dann im Atlasende des M. obliquus capitis caudalis.

Bevor das Gefäß die A. vertebralis lateral überkreuzt, gibt es ventral von dieser in medialer Richtung einen Zweig gegen das Tuberculum ventrale des Atlas in die Ansatzstelle des M. longus colli. In einem besonderen Fall ist dieser Zweig außerordentlich stark und geht ventral und medial um die Ansatzstelle des M. longus colli herum bis in die Rinne, die dieser mit dem der anderen Seite bildet. Dort ist er ca. 3 cm weit kaudal zu verfolgen, indem er in beide Muskeln Zweige abgibt. Zuweilen treten nun aus dem Ramus muscularis selbst, kurz nachdem dieser seinen zweiten Nebenast abgegeben hat, kleinere Zweige in den M. omotransversarius, wie auch in die Mm. longissimus capitis et atlantis und longus capitis.

Dann entläßt der Halsmuskellast seinen dritten und letzten größeren Nebenast (Fig. Ibc), gerade bevor der Hauptstamm in medialer Richtung zwischen M. longus capitis und M. scalenus in die Tiefe zieht. Dieser starke Nebenast tritt aus kaudaler Wand des Ramus muscularis, gewissermaßen dessen ursprüngliche Richtung fortsetzend, in die Rinne der bereits genannten Muskeln, läuft dort 2–3 cm rückwärts, in beide Muskeln zahlreiche Zweige abgebend. Etwa 1 cm nach seinem Ursprung entläßt er einen starken Zweig dorsalwärts quer über den M. scalenus und die Mm. longissimus capitis et atlantis, bedeckt vom M. omotransversarius.

Dieser Ast entspringt einmal wie bereits erwähnt, direkt aus der dorsalen Wand des Hauptstammes, 2 mm nach dessen Ursprung aus der A. carotis communis. Sein weiterer Verlauf bleibt sich aber im übrigen gleich. In einem Fall entspringt er statt aus diesem dritten Nebenast, direkt aus dem Hauptstamm, bevor dieser zu den tieferen Muskelschichten zieht.

Jedenfalls tritt er nach Überquerung des M. scalenus auf der Höhe des dritten Halsnerven in den ventralen Rand des M. splenius ein, nachdem er vorher kleinere Zweige in die von ihm überschrittenen

Muskeln abgegeben hat. Im *M. splenius* steigt das Gefäß dann dorso-kranial auf und vaskularisiert mit seinen Endästen die kraniale Partie des genannten Muskels. Dabei tritt in einigen Fällen ein Endast durch den *M. splenius* hindurch auf dessen Oberfläche, um dann in dem darüber gelegenen *M. rhomboideus* sich zu verlieren.

Beim Überschreiten der Rinne zwischen *M. scalenus* und *Min. longissimus capitis et atlantis*, also einige Millimeter vor dem kranialen Ende des *M. serratus ventralis* und zugleich medial vom dritten Halsnerven, gibt der dritte Nebenast einen Zweig rückwärts in die erwähnte Rinne. Zugleich gehen unbedeutende Zweige kranial-, medial- und kaudalwärts in die umliegenden Muskeln. Der rückwärts ziehende größere Ast geht einige Zentimeter in Schlängelungen an der lateralen Fläche der Ansatzstelle des *M. serratus ventralis* entlang und gibt viele Äste in denselben, sowie auch in den *M. scalenus*. Bei einem sehr großen Präparat, dessen Injektion in dieser Partie ausgezeichnet gelungen ist, läßt sich dieser Ast ca. 6 cm kaudal verfolgen, bis er schließlich in der Rinne zwischen *M. serratus ventralis* und *M. scalenus* mit einem oralen Endast der *A. cervicalis ascendens* anastomosiert.

Kurz nachdem der dritte Nebenast den soeben beschriebenen dorsalen Zweig abgegeben hat, schickt er auch noch einen solchen medial in die Tiefe zwischen *M. scalenus* und *M. longus capitis*, entlang dem ventralen Ast des vierten Halsnerven. Wie früher schon bemerkt, wird er in einem Fall ersetzt durch einen kaudal verlaufenden Ast des mit dem dritten Halsnerven in die Tiefe ziehenden Hauptstammes.

Die Verzweigung dieses abwechselungsweise stärkeren oder schwächeren tiefen Astes ist eine ziemlich konstante. Ebenso verhält sich sein Verlauf ganz gleich. Der Ast tritt von der ventralen Seite her unter den *Processus transversarius* des dritten Halswirbels und gibt dort in medialer Richtung Ästchen in den *M. longus colli* bis in dessen Ansatzstelle an der ventralen Fläche des Wirbelkörpers, mitunter auch in die ventrale Fläche dieses Muskels. Das Endästchen steigt dann dorsal an in den *M. intertransversarius longus*, indem es mit dem Nervenast im *Foramen intervertebrale lateral* über die *A. vertebralis* hinwegzieht. An der Ventralfläche der Wirbelsäule, also im

*M. longus colli*, bestehen ganz feine Anastomosen sämtlicher Endästchen der tiefen Muskelzweige.

Als zweiter Nebenast zweigt sich vom Hauptstamm der *A. carotis communis* die ca. 2 mm starke *A. thyreoidea* (Fig. 1c) ab. Sie entspringt meistens aus medioventraler Wand der gemeinsamen Kopffarterie in gleichem Niveau wie der Halsmuskellast, also in der Gegend des hinteren Kehlkopfendes. Es gibt aber auch hier Variationen. So entspringt die Thyreoidealarterie in einem Fall etwa 1 cm distal vom Ramus muscularis, der beim gleichen Präparat selbst schon fast 1 cm vor den kaudalen Rand des Larynx zu liegen kommt. Der Ursprung der *A. thyreoidea* fällt dann hier auf die Höhe des kranialen Drittels des Kehlkopfes und liegt ungefähr  $2\frac{1}{2}$  cm kranial vom Kopfe der Drüse, während im allgemeinen der Gefäßstamm bis zur kranialen Drüsenspitze eine Länge von  $1-1\frac{1}{2}$  cm kaum überschreitet. In ihrem ventralen Verlauf gelangt die Schilddrüsenarterie an die laterale Larynxfläche, wo sie kaudal zum kranialen Drüsenende abbiegt, so einen kranioventralen konvexen Bogen um dasselbe bildend.

Bei dem oben erwähnten Ausnahmefall, wo sie in der Höhe des vorderen Drittels des Kehlkopfes aus der *A. carotis communis* entspringt, geht die Thyreoidealarterie zunächst der gemeinschaftlichen Kopffarterie entlang etwa einen Zentimeter kaudalwärts, indem sie dabei der ventralen Fläche des *M. longus capitis* anliegt. Dann wendet sie sich in scharfem Bogen wieder kranial, wobei sie auf den dorsalen Drüsenrand zu liegen kommt. Im weiteren Verlauf faßt sie dann bogenartig den kranialen Drüsenkopf ein und erfährt ihre Endteilung am ventralen Drüsenrande. Sie bildet also eine S-Schlinge.

Im allgemeinen teilt sich die Schilddrüsenarterie nach ca. 1 cm Verlauf in zwei Hauptdrüsenäste, die zur kranialen Drüsenspitze laufen und einesteils sich direkt an der medialen Fläche verästeln, andernteils dem ventralen Drüsenrand entlang bis zum kaudalen Drüsenende laufen mit Abzweigungen in die laterale Drüsenfläche. Es lassen sich somit ein medialer und ein lateraler Drüsenast unterscheiden, die eventuell noch je von einem Nebenästchen begleitet sein können. Daß diese zwei Drüsenästchen dem dorsalen, bzw. ventralen Rande der Thyreoidea entlang laufen, wie es *Major* bei Gelegenheit anderer Untersuchungen abbildet, konnte ich nicht konstatieren.

Der Gefäßstamm der *A. thyreoidea* gibt bis zu seiner Zweiteilung keine Zweige



ab. Nur in einem Fall entläßt er 12 mm nach seinem Ursprung aus lateraler Wand einen ziemlich starken Muskelast. Dieser steigt kraniodorsal auf, überquert die *A. carotis communis* und mündet in die mediale Fläche des *M. sternocephalicus*.

Dem *medialen Drüsenast* (Fig. 1ca) entspringt ein Trunkus für den Pharynx und die Trachea, mitunter auch noch für den Ösophagus. Die einzelnen Zweige können aber auch gesondert aus dem Drüsenast hervortreten oder gar aus dem Hauptstamm der *A. thyreoidea*, 8 bis 10 mm nach deren Ursprung. Der Trunkus teilt sich sofort in einen Ramus für die Trachea, resp. Ösophagus, und einen Ramus für den Pharynx. Der *Ramus trachealis* schickt einen dorsalen Ast auf die Rückfläche der Ösophaguswurzel und einen ventralen Ast auf die Trachea, der Basis der lateralen Ösophagusfläche entlang rückwärts laufend. Dieser Endzweig gibt viele Ästchen an Trachea und Ösophagus und ist in einem Fall bis zum 14. Trachealring zu verfolgen. Er kann aber auch in die kaudale Drüsenspitze einmünden resp. in einen Endast des lateralen Drüsenastes übergehen. Bei einem andern Präparat tritt dieser Ramus trachealis statt aus dem soeben beschriebenen Trunkus aus dem am ventralen Drüsenrande rückwärts ziehenden lateralen Drüsenaste. Diese Abweichung soll an jener Stelle behandelt werden. Der zweite Ast des Trunkus tritt als *Ramus pharyngeus* sofort unter die Schlundwurzel und kranialwärts unter den *M. crico-pharyngeus*, wo er sich zweiteilt. Ein Zweig geht lateralwärts in den *M. cricoarytaenoideus dorsalis*. Der andere zieht auf dem genannten Muskel und unter der ventralen Wand vom Schlund kranial und medial bis zum Schlundkopf, wo er mit demjenigen der anderen Seite anastomosiert. Im Verlauf gibt er viele feine Ästchen in den *N. cricoarytaenoideus dorsalis*, wie auch einige in die ventrale Wand des Ösophagus. Der Endast jeder Seite geht im Bogen um das kraniale Ende des Schildknorpels und senkt sich in die Stimmbänder ein.

Der Endstamm des *lateralen Drüsenastes* geht nun am ventralen Thyreoidealrande bis zur kaudalen Drüsenspitze und gibt zahlreiche Zweige in die mediale, besonders aber in die laterale Drüsenfläche.

Bei dem bereits früher beim Ramus trachealis erwähnten Präparat entläßt der Endstamm des lateralen Drüsenastes schon im ersten Drüsendrittel einen Zweig auf die dorsale Fläche der Trachea mit Ästchen auf die ventrale Fläche des Ösophagus. Die Endäste des lateralen Drüsenastes verzweigen sich im Drüsenende; zwei aber gehen zum Ösophagus und zwei an die Trachea, je einer kranial und

einer kaudal, bis in den Bereich des 13. Trachealringes. Der Hauptendast läuft zwischen Trachea und Ösophagus weiter kaudalwärts und ist am 16. Trachealring abgeschnitten.

Der laterale Drüsenast entläßt kurz nachdem er an den ventralen Drüsenrand getreten ist aus seiner ventralen Wand den *Ramus laryngeus* (A. cricothyreoidea, Brückner, Fig. I cd). Dieser Ast läuft oralwärts zur Ansatzstelle des M. sternothyreoideus und gibt dort feine Ästchen in diesen, sowie in die Mm. cricopharyngeus, cricothyreoideus und hyothyreoideus. In 2 Fällen ist eine Anastomose mit einem Endast der A. laryngea festzustellen. Wenige Millimeter vom Ramus laryngeus entfernt schickt der laterale Drüsenast ebenfalls aus ventraler Wand einen Muskelast an die mediale Fläche des M. sternohyoideus mit einem Zweig in den M. sternothyreoideus und einen Zweig in den M. sternothyreoideus durch jenen hindurch. Oder der Muskelast tritt zwischen beide Muskeln und teilt sich dort in seine beiden Endzweige.

In einem speziellen Fall tritt neben diesem Muskelast ein Zweig bis zur Mitte der ventralen Larynxfläche. Dort senkt er sich zwischen beide Mm. cricothyreoidei. Er teilt sich gabelförmig und geht in einem linken und rechten Seitenast unter den Schildknorpel.

Die A. laryngea (Fig. I d) versorgt als dritter Nebenast der A. carotis communis die Muskeln und Schleimhaut des Kehlkopfes. Meistens tritt sie aus der medioventralen Wand der A. carotis communis, nur einmal verläßt sie dieselbe aus der lateralen Wand. In diesem Fall tritt sie unter derselben rückwärts zur Mitte der lateralen Larynxfläche. In einzelnen Fällen verläßt sie die gemeinsame Kopfarterie auch als deren letzter Nebenast, also nach dem Trunkus für die A. carotis interna und die A. occipitalis. So wird ihre Entfernung vom Ursprung der A. thyreoidea sehr verschieden und kann ihr Abstand variieren zwischen  $\frac{1}{2}$ –2 cm, so daß ihr Ursprung ebenso gut auf der mittleren Höhe des Kehlkopfes sein kann, als im Niveau des kaudalen Randes des M. digastricus. Ihr Stamm verläuft immer in Schlingungen auf der lateralen Larynxfläche bis zum Winkel, der von den Mm. hyopharyngeus, thyropharyngeus und hyothyreoideus gebildet wird. Dort erfährt die A. laryngea ihre Teilung in einen dorsalen und einen ventralen Ast. In einem Falle schickt die Kehlkopfarterie vor dieser Teilung ein Ästchen an die mediale Fläche der Lymphoglandula retropharyngealis, in deren kaudale Hälfte.

Der dorsale Ast der A. laryngea geht als *Ramus pharyngeus* (Fig. I da) kaudalwärts in die Mm. hyopharyngeus, thyropharyngeus und cricopharyngeus, eventuell mit Endästen bis zur Ansatzstelle des M. sternothyroideus. Bei einem Präparat besteht eine Anastomose über den M. hyothyroideus mit einem Endast der A. thyroidea. Eine weitere Anastomose entsteht mit einem Endaste der A. lingualis (Textfig. 3, gce), indem ein Ästchen des Ramus pharyngeus der A. laryngea in oraler Richtung entlang dem Zungenbeinaste zieht mit Verzweigungen bis zum Zungenbeinkörper und den angrenzenden Muskeln. In einem speziellen Falle tritt der Ramus pharyngeus als ein ganz schwaches Ästchen direkt aus der A. carotis communis, einen Millimeter proximal der A. laryngea. Er läuft an die kraniodorsale Larynxecke in den M. hyopharyngeus.

Der *ventrale Ast* der Kehlkopfarterie, die eigentliche A. laryngea (Fig. I db), geht nun im Winkel zwischen M. hyopharyngeus und M. thyropharyngeus in die Tiefe, wo er sich in 2–3 Endäste auflöst, die teils die erwähnten Muskeln vaskularisieren, teils durch die Fissura thyroidea an die Innenfläche des Kehlkopfes treten. Auch hier können Anastomosen mit Endästen der A. thyroidea, sowie mit solchen der A. lingualis bestehen. Bei einem Präparat wurde die Endteilung des Hauptstammes der A. laryngea folgendermaßen beobachtet: Nachdem das Gefäß vorher kleine Zweige an die Lymphoglandula retropharyngealis und den Ramus pharyngeus an den M. thyropharyngeus abgegeben hat, teilt es sich im Winkel zwischen den Mm. thyropharyngeus, hyopharyngeus und hyothyroideus in seine Endäste. Einer dieser Äste geht in den M. hyothyroideus mit Verteilung in demselben gegen den Zungenbeinkörper. Dabei gehen Endzweige in den M. hyopharyngeus, wie zu den Endteilen des M. sternohyoideus, ja sogar bis in denselben der andern Seite. Ein zweiter Endast des Hauptgefäßes läuft als unpaares Gefäß median zu den Mm. cricothyroidei, dann über diese hinweg auf die Trachea, um dort mit der A. thyroidea der andern Seite zu anastomosieren.

Der 3. und der 4. der Endäste der A. laryngea treten durch die Fissura thyroidea an die Schleimhaut des Kehlkopfes. Der eine läuft kaudal zwischen Schilddrüse und Stimmbandmuskulatur hin-

durch. Er vaskularisiert die Hauptteile der von den Kehlkopfknorpeln eingeschlossenen Organe. Der andere zieht entlang dem oralen Rande des Schildes unter dem Zungenbein mehr kranial und versorgt die Grenzgebiete des Schlingrachsens mit Blut.

Beim Übergang der *A. carotis communis* in die *A. carotis externa*, also auf der Höhe des kaudalen Randes des *M. digastricus* und medial von demselben, tritt aus dorsaler Wand der gemeinschaftlichen Kopfarterie der *Trunkus der A. carotis interna, der A. occipitalis und der A. pharyngea ascendens*, wie es schon *Tandler* beschreibt. Wie früher bereits darauf hingewiesen wurde, kann der Ursprung dieses Stammes sehr variieren, indem er in einzelnen Fällen schon vor dem Abgang der *A. laryngea* liegt, in andern wieder mehr distal gegen die mediale Fläche des *M. digastricus*, wenig hinter der Kreuzungsstelle mit dem *N. hypoglossus*. Durchschnittlich besitzt der Trunkus der genannten Arterienstämme eine Länge von 10 bis 15 mm. Wenn er die *A. pharyngea ascendens* in seinem Ursprungsteile entläßt, zeigt er eine bulbäre Erweiterung. Diese fehlt aber, sobald die *A. pharyngea ascendens* mehr distal ihren Ursprung nimmt. In seinem weitem dorsal gerichteten Verlauf entlang dem kaudalen Rande des *M. digastricus* ist er in Fett eingelagert und kreuzt den *N. hypoglossus*, den Stamm der *Nn. vagus et sympathicus*, sowie den *M. longus capitis* auf der lateralen Fläche. Er gelangt zwischen die kaudomediale Fläche der *Bulla ossea* und den ventrolateralen Rand des *M. obliquus capitis cranialis*, wo seine Endteilung liegt.

Die *A. pharyngea ascendens* (Fig. I ea), verläßt den Trunkus in der Regel wenige Millimeter nach seinem Ursprung, doch kann sie auch mit ihm zusammen entspringen aus einer bulbären Erweiterung. Sie teilt sich meistens in 2 Äste, doch gibt es auch Fälle, wo deren 3 aus ihr entstehen.

Der ventrale Ast zieht entlang dem ventrolateralen Rande des *M. longus capitis* gegen die Schädelbasis und verästelt sich zur Hauptsache in der Wirbelwand des Schlundkopfes. Der Endast tritt zwischen der medialen Wand der *Bulla ossea* und dem *M. longus capitis* oral bis auf die Höhe der *Tuba auditiva*. Hier schickt er einen Zweig unter Vermittlung der *Tuba ossea* in die Paukenhöhle, während mehrere feine

Zweige in der Rachentonsille sich verästeln. Außerdem treten während des Verlaufes unregelmäßige Ästchen ins Periost der Bulla ossea, sowie in die Mm. digastricus und longus capitis. Einmal zieht auch ein Gefäß kaudal zur Lymphoglandula retropharyngealis.

Der dorsale Ast steigt zwischen der Bulla ossea und dem M. longus capitis auf und mündet meistens in die laterale Fläche seines kranialen Ansatzteles.

In 4 Fällen ist ein Nebenast zu sehen, der sich in medialer Richtung quer über die ventrale Fläche des genannten Muskels schlägt zu dessen medialer Fläche. In einem Fall, bei dem die A. pharyngea ascendens sich in 3 Äste teilt, übernimmt der 3. und stärkste Ast die Funktion des später zu besprechenden Ramus cervicalis caudalis der A. occipitalis.

Bis zu seiner Endteilung in A. carotis interna und A. occipitalis entläßt der Trunkus unregelmäßige Zweige ins Periost der Bulla ossea, kaudale Fläche, sowie in das umliegende Fettgewebe.

Die A. carotis interna ist in manchen Fällen bei der Katze derart zurückgebildet, daß die Schellackmassen, die ich zu meinen Injektionen durchgehends verwendete, nicht mehr in das Gefäß eindringen, so daß der Ursprung nicht festzustellen war. In andern Fällen präsentiert sie sich als schwacher Strang, der zum Foramen lacerum posterius und zum Canalis caroticus hinzieht.

Die gleiche Beobachtung hat schon *Tandler* bei seinen diesbezüglichen Untersuchungen gemacht. Seine treffenden Schilderungen über die in ihrem Anfangsteil nur rudimentär vorhandene A. carotis interna decken sich vollkommen mit meinen Untersuchungen. Nur in einem Punkte weichen meine Ergebnisse etwas ab. *Tandler* läßt die A. carotis interna nämlich im Schädelkavum medial vom N. trigeminus direkt in das daselbst gelegene arterielle Wundernetz einmünden. Nach meinen Untersuchungen tritt aber das Gefäß nur indirekt mit dem Rete mirabile in Verbindung; (nur in einem Falle nachweisbar wegen sonst mangelhafter Injektion der rudimentären A. carotis interna).

Die A. carotis interna steigt dicht neben der A. condyloidea, in orodorsaler Richtung quer über die mediale Fläche des Digastricusansatzes, begleitet von den Nn. vagus et sympathicus. In einer feinen Rinne an der kaudomedialen Fläche der Bulla ossea läuft sie bis zur Basis cranii, wo sie, oral vom erwähnten Nervenstamm, in den oro-

medialen Teil des länglich spaltförmigen Foramen lacerum posterius eintritt. Jetzt biegt die oft kaum sichtbare Arterie nach *Tandler* erst dorsal- und dann lateralwärts bis unter die Spitze der Schläfenbeinpyramide und liegt dabei immer in der medialen Bullawand im Canalis caroticus. Hierauf zieht sie in oromedialer Richtung schief an der Spitze der Schläfenbeinpyramide vorbei und tritt darauf in die Schädelhöhle ein. Indem sie in der gleichen Richtung weiter zieht, gelangt sie schräg über die ventrale Fläche der Wurzel des N. trigeminus, um an dessen medialer Seite bis zum Seitenrand der Lehne des Türkensattels vorzudringen. So konvergiert die A. carotis interna der einen mit derjenigen der anderen Seite. In der Höhe des Dorsum sellae turcicae und lateral an ihm vorbei mündet nun die innere Kopfarterie in die kaudale Konvexität eines starken Gefäßes, welches das Rete der Schädelbasis verläßt, und das ich nach dem Vorgange anderer Autoren als *A. carotis cerebialis* bezeichnen muß. Eine direkte Verbindung der A. carotis interna mit dem Rete der Schädelbasis, wie sie *Tandler* beschreibt, habe ich nicht finden können; es mag das an der, durch die starke Reduktion des Gefäßes bedingten geringen Möglichkeit der Injektion liegen; ich habe sie nur in einem Falle durchgehend darstellen können. Kurz vor ihrem Eintritt in dieses Gefäß entläßt die A. carotis interna aus medialer Wand ein Ästchen unter den kaudalen Rand der Hypophyse. Dieses feine Gefäß verbindet sich in medialer Richtung mit dem gleichen der andern Seite zu einer Anastomose, der *A. intercarotica*. Auch *Hofmann* kennt die rudimentäre Ausbildung des extraduralen Teiles der A. carotis interna. *Ellenberger* und *Baums* Schilderung ist nicht zutreffend, nach der sich das Gefäß in 3 Äste teilen soll, in einen für die Kopfbeuger, in einen durch den Canalis caroticus und in einen durch das Foramen ovale. Der genannte erste Ast gehört der A. pharyngea ascendens an (siehe oben). Der letzte existiert nicht; es sei hier bemerkt, daß durch das Foramen ovale auch ein Ast der A. maxillaris interna nicht durchtritt, der für das Rete der Schädelbasis bestimmt wäre.

Im Anschluß an die A. carotis interna will ich das *Rete der Schädelbasis* behandeln.

Von dem großen Wundernetz, das die A. maxillaris interna in

der Orbitalhöhle bildet (Fig. II me; siehe unten), und dessen genaue Beschreibung in einem spätem Abschnitt erfolgen wird, schlägt sich die dorsokaudale Ecke hinwärts über die dorsale Fläche des N. maxillaris hinweg und tritt zwischen diesem und dem durch die Fissura orbitalis heraustretenden Nervenbündel kaudal in die Augenhöhlenspalte hinein. Ich bezeichne diese in die Schädelhöhle eintretenden Gefäße, deren genaueres Verhalten auf S. 413 geschildert ist, als *distale Reteäste*, entsprechend dem Vorgange von *P. Canova* und *K. Schmidt*. Sie liegen in der Fissura orbitalis erst dorsal, dann lateral dem sie begleitenden Nervenbündel an, sind aber beim Eintritt in das Schädelkavum an dessen ventrale Fläche getreten. Das kaudale Ende dieser Fortsetzung der „dorsokaudalen Ecke“ des Rete mirabile der A. maxillaris interna dringt somit in die Schädelhöhle ein und schiebt sich in kaudaler Richtung als extradurales Wundernetz der Schädelbasis zwischen die Hypophyse und den N. trigeminus derart ein, daß es ventral von der Wurzel des N. ophthalmicus und zwischen Hypophyse und N. maxillaris zu liegen kommt. Von *Tandler* wird es als kranialer Abschnitt des Rete der A. maxillaris interna bezeichnet; meine Stellungnahme hierzu siehe S. 413 u. 431. Das Rete der Schädelbasis der Katze ist demnach ein paariges Gebilde und unterscheidet sich somit von dem der Wiederkäuer, das bekanntlich die Hypophyse allseitig umgibt.

In der Höhe des kaudalen Hypophysenrandes entläßt das Rete bei der Katze ein 2 mm starkes Gefäß, die A. carotis cerebialis. Über ventral biegt sie oral ab und läuft auf der ventralen Gehirnofläche zwischen dem Rete und der Hypophyse ca. 3 mm nasenwärts. Hierauf nimmt die A. carotis cerebialis eine dorsale Richtung an, durchbohrt die Dura und teilt sich sofort (nahe dem nasalen Hypophysenrande) in ihre beiden Hauptäste, den Ramus nasalis und caudalis.

Die A. carotis cerebialis nimmt in die kaudale Konvexität des von ihr kurz nach dem Ursprung gebildeten, ventralwärts gerichteten Doppelbogens die A. carotis interna auf. Dann entläßt sie an der Endteilung (d. h. aus dem Ende des Stammes sowohl, wie auch aus dem Ramus nasalis) aus ihrer medialen Wand ein, eventuell auch mehrere feine Ästchen, die in oromedialer Richtung über die ventrale Fläche

des Chiasma opticum gegen den noch zu beschreibenden intrakraniellen Verbindungsast der Aa. ophthalmicae internae ziehen. Diese Ästchen können isoliert verlaufen oder sich mit den gleichen Ästchen der andern Seite vereinigen. In einem speziellen Fall besteht nur ein einziger, ziemlich starker Ast auf der rechten Seite, der aus dem Ursprungsteil des Ramus nasalis der A. carotis cerebialis hervorgeht und als unpaares Gefäß zur A. ophthalmica interna zieht. Bei einem andern Präparat sind jederseits mehrere feine Zweige ausgebildet, die sich in der Mitte der ventralen Fläche des Chiasma opticum vereinigen, jedoch die A. ophthalmica interna nicht erreichen. Ungeachtet dessen betrachte ich diese feinen Gefäße als Wurzel der innern Augenarterie. Nach *Tandler* soll sie aus dem Ramus nasalis der A. carotis cerebialis entspringen, während *Hofmann* über den Ursprung sich ausschweigt.

Vergleichend-anatomisch und entwicklungsgeschichtlich ist die *A. ophthalmica interna* zweifellos als Ast der A. carotis cerebialis zu betrachten, obschon bei der Katze, wie hier soeben bewiesen wurde, der Zusammenhang mit ihr meistens sehr schwach, mitunter sogar total unterbrochen ist. Die beiden Aa. ophthalmicae internae bilden aber, wie bereits erwähnt, auf der ventralen Fläche der Sehnervenkreuzung einen starken Verbindungsast in Form eines kaudal konvexen Bogens, der ursprünglich regelmäßig mit der A. carotis cerebialis beiderseits verbunden gewesen sein mag. Mit dem linken und mit dem rechten Sehnerven zieht je die Fortsetzung dieses Bogengefäßes als A. ophthalmica interna durch das Foramen opticum in die Orbitalhöhle und zwar in folgender Weise: Die hier noch starke A. ophthalmica interna liegt an der inneren Öffnung des Foramen opticum ventral am Sehnerv, in dessen Duralscheide eingebettet. Während des Durchtrittes durch das Foramen entläßt sie lateral einen starken Ast, der sich in der Regel noch im Canalis opticus zweiteilt. Ich bezeichne dies Gefäß als *Ramus anastomoticus* zwischen der A. ophthalmica interna und der A. maxillaris interna, bzw. deren Netz in der Orbitalhöhle. Diese Anastomose wird später genau beschrieben; *Tandler* scheint sie bereits beobachtet zu haben. Die A. ophthalmica interna wird nach Abgabe dieses Astes zu einem äußerst feinen Gefäße, das



kaum mehr sichtbar ist (Fig. III d). Noch im Canalis opticus legt sie sich mehr und mehr an die mediale Seite des Nerven. So kommt es, daß sie beim Austritt des Sehnerven in die Orbitalhöhle an seiner ventromedialen Seite bulbuswärts zieht, während an seiner ventrolateralen Seite die beiden Rami anastomotici in die Spitze der Muskelpyramide treten, indem sie dabei aus der Duralscheide in den Innenraum der Periorbita gelangen. Der weitere Verlauf der A. ophthalmica interna soll bei der Behandlung der Bulbusgefäße nähere Berücksichtigung finden. Nochmals sei aber hier betont, daß die innere Augenarterie die Hauptmenge des Blutes in jedem Falle nicht von der A. carotis cerebialis, sondern durch die zwei genannten Rami anastomotici aus der Orbita erhält.

Aus der Konkavität des Verbindungsbogens der beiden Aa. ophthalmicae internae tritt in der Medianebene ein mittelstarker, unpaarer Ast hervor, der in oraler Richtung in der Dura mater über die Sehnervenkreuzung hinwegzieht. In seinem Verlauf gelangt er, immer in der Dura gelegen, in den ventralen Teil der Spalte zwischen beiden Bulbi olfactorii und damit in den ventralen Rand der Falx cerebri. Dort bildet er feine Endverzweigungen, die zum Teil ventrolateral um die Bulbi olfactorii herumtreten, zum Teil entlang der Sichel zum Boden der Lamina cribrosa hinziehen, um sich mit Endästen des ventralen Astes der A. ethmoidalis externa zu verbinden. Im übrigen verzweigt sich das Gefäß in der Sichel. Immer ist eine Anastomose ausgebildet, die in der Falx cerebri zu einer der Aa. ethmoidales internae aufsteigt. Ich sehe dieses unpaare Gefäß als *A. meningea nasalis* an.

Der *nasale Endast* der A. carotis cerebialis zieht über die Dorsalfläche des Sehnervenursprungs zur Medianebene, um dort in scharfem Bogen wieder zurückzukehren und als *A. cerebri media* auf der Seitenfläche des Großhirns zur Fissura Sylvii zu gelangen. Aus dem scharfen Bogen nahe der Medianebene gibt er jederseits die *A. cerebri anterior s. nasalis* ab, die auch sofort als *A. corporis callosi* (*Tandler*) bezeichnet wird und in der Tiefe des Mantelspaltes vordringt. Ein Ramus communicans nasalis, wie *Tandler* und *Hofmann* an dieser Arterie bei der Katze und *Brückner* beim Hunde ihn beschreiben, findet sich nach meinen Untersuchungen bei der Katze nicht vor. *Martin* erwähnt ihn nicht, während

*Ellenberger* und *Baum* auf das Pferd verweisen. Die englischen Autoren *Reichard* und *Jennings* beschreiben keinen nasalen Verbindungsast der Aa. corporis callosi. Bevor nun die A. corporis callosi in unregelmäßigen Windungen eng neben der anderseitigen gelegen, in dorsalem Bogen in der Tiefe zwischen beiden Bulbi olfactorii rückwärts zieht, entläßt sie direkt aus einer nasalen Konvexität die *A. ethmoidalis interna*. Diese läuft ebenfalls zwischen den beiden Bulbi olfactorii in orodorsalem Bogen bis zum dorsalen Spaltrande der Riechkolben empor, um sich dort mit dem dorsalen Endast der *A. ethmoidalis externa* zu verbinden. Sie zieht dabei über den dorsalen Rand des Bulbus olfactorius auf dessen Seitenfläche, nachdem sie vorher einen Zweig abgegeben, der neben der Mantelkante des Pallium der Siechel entlang kaudal zieht. Dieses Gefäß dürfte *Hofmanns* *A. marginalis* sein. In ihrem Verlauf zwischen den beiden Bulbi olfactorii liegt die *A. ethmoidalis interna* in der Medianebene erst neben, dann über oder unter derjenigen der anderen Seite und schickt zwei stärkere, durch eine Anastomose verbundene Äste zur Siebbeinplatte, wo sie sich in feinere Gefäße auflösen, die zur Hauptsache durch die Lamina cribrosa hindurchtreten zur Vaskularisation der Siebbeinzellen. Einzelne stärker hervortretende Zweige verästeln sich im dorsalen Teil der Nasenscheidewand und bilden dort Anastomosen mit Endästen der *A. sphenopalatina major*.

Der *kaudale Endast* der *A. carotis cerebialis* zieht der Basis der Hypophyse entlang auf der ventralen Fläche der Großhirnschenkel rückwärts, um sich direkt vor der Brücke mit dem der andern Seite zur *A. basilaris cerebri* zu vereinigen.

Die *A. basilaris cerebri* wird ja gebildet durch den als *A. cerebrospinalis* bzw. als *A. nervi spinalis I* (*Hofmann*) auf dem Wege des Foramen intervertebrale des Atlas in den Wirbelkanal eintretenden starken Endast je der *A. vertebralis*. Bezüglich des Näheren verweise ich auf *Hofmanns* eingehende Untersuchungen.

Die *Wirbelarterie* kommt durch die Foramina transversaria der Halswirbel kopfwärts gelaufen und tritt durch das kanalartig ausgezogene Foramen transversarium des Atlas in die Fossa alaris. Von der Flügelgrube geht die *A. vertebralis* durch die Incisura alaris im

Bogen zum Foramen intervertebrale des gleichen Halswirbels, und gelangt durch dasselbe als *A. cerebrospinalis* in den Wirbelkanal. Vor ihrem Eintritt in das Foramen intervertebrale des Atlas gibt die Wirbelarterie aus der dorsalen Wand einen Muskelast ab für die tiefen Nackenmuskeln.

Dieser *Ramus muscularis* zieht in dorsaler Richtung durch den M. obliquus capitis caudalis und tritt zwischen dem M. obliquus capitis cranialis und dem M. rectus capitis dorsalis major hervor, um sich, bedeckt vom M. semispinalis capitis, in seine Endäste aufzulösen, die mit Zweigen des dorsalen Astes des ersten Halsnerven verlaufen. Die Teilung des Hauptstammes kann jedoch schon kurz nach dem Ursprung vor sich gehen; es treten dann 3–4 Äste nebeneinander durch den M. obliquus capitis caudalis. Ein Ast senkt sich noch im genannten Muskel in kaudaler Richtung auf die Dorsalfläche des Atlasflügels. Ein stärkerer Ast zieht entlang dem lateralen Rande des M. rectus capitis dorsalis minor mit Zweigen in diesen bis zur Linea nuchalis superior und läuft dieser im genannten Muskel folgend bis zur Mittellinie. Ferner tritt ein schwaches Ästchen aus dem Hauptstamm kranial und dorsal in den M. obliquus capitis cranialis. Wieder ein stärkeres Gefäß zieht dorsokaudal über die Dorsalfläche des M. obliquus capitis caudalis mit Ästen in diesen und in den darüber liegenden M. rectus capitis dorsalis major bis zur Mittellinie. Auch in die ventrale Fläche des M. complexus verläuft ein starker Ast kaudalwärts, während ein anderer Zweig über den M. obliquus capitis caudalis in die Dorsalfläche des M. rectus capitis dorsalis minor zieht.

Die *A. occipitalis*, die neben der *A. carotis interna* als zweiter Endast des gemeinsamen Trunkus (Fig. 1 e) zu bezeichnen ist, setzt dessen ursprüngliche Richtung in fast gleicher Stärke fort. Sie gelangt dem kaudalen Rande des M. digastricus entlang bis zu dessen Ansatzstelle am Processus jugularis. Hier, am Grund der Bulla ossea, nimmt sie eine laterale und leicht kaudale Richtung an und tritt in die ventrale Fläche des M. obliquus capitis cranialis. Indem die *A. occipitalis* nun im genannten Muskel dorsalwärts um den kranialen Rand des Atlasflügels ansteigt, gelangt sie in die Ansatzstelle dieses Muskels an der Linea nuchalis und wird jetzt als *Ramus occipitalis* bezeichnet.

Als solcher zieht sie entlang der Linea nuchalis bis zur Medianlinie, wo sie sogar in einem Fall über die Protuberantia occipitalis tritt und sich in den Mm. occipitalis und scutularis verzweigt. Der Ramus occipitalis verläuft entweder im Ansatz des M. obliquus capitis cranialis oder in den Ansatzteilen der Mm. semispinalis capitis oder splenius und gibt feinere Zweige in alle genannten Muskeln, besonders aber in den M. obliquus capitis cranialis.

Eine *A. meningea caudalis* wird bei der Katze nicht abgegeben. Das entspricht den osteologischen Verhältnissen des Hinterhaupt- und Schläfenbeins.

Die Verzweigung der *A. occipitalis* ist ziemlich konstant. Direkt nach ihrem Ursprung tritt als sehr schwaches Gefäß die *A. condyloidea* hervor. Sie zieht, mit der *A. carotis interna* und den Nn. vagus et sympathicus parallelaufend, in orodosaler Richtung bis zur Basis cranii, wo sie kaudal von den in Frage kommenden Nerven nach ca. 12 mm Verlauf ins Foramen lacerum posterius eintritt. An der Eingangsöffnung dieses mehr spaltförmigen Foramen tritt das dünne Stämmchen der *A. condyloidea* ventromedial vom N. hypoglossus durch den Canalis hypoglossus in die Schädelhöhle ein und steigt, die Seitenfläche der Medulla oblongata überquerend, in dorsonasalem Bogen an die kaudale Fläche des Kleinhirns, indem sie in der Dura mater entlang der Innenfläche der Schuppe des Hinterhauptbeines verläuft.

Kurz nach Abgabe der *A. condyloidea* entsteht aus der *A. occipitalis* ein Ast, der dem *Ramus cervicalis caudalis* des Hundes (*Brückner*) entspricht. Er zieht in kaudaler Richtung über die ventrale Fläche des M. obliquus capitis cranialis entlang dem Atlasflügelrand bis zu der Ansatzstelle des M. longissimus atlantis. Hier tritt er lateral und dorsal um diesen herum und verzweigt sich auf der Dorsalfläche in den Mm. longissimus capitis et atlantis, obliquus capitis cranialis et caudalis, sowie in dem M. complexus.

Ebenso ist ein dem *Ramus cervicalis nasalis* des Hundes (*Brückner*) ähnliches Gefäß nachzuweisen. Es tritt von der *A. occipitalis* in den M. rectus capitis ventralis und mit feinen Ästchen in die Kapsel des Atlantooccipitalgelenkes.

Ferner schickt die *A. occipitalis* einen Zweig entlang dem *N. accessorius* in den *M. cleidomastoideus* mit einem Zweig für die *Lymphoglandula retropharyngealis*. Dieser Ast fehlt jedoch einmal und wird in diesem Fall von der *A. carotis externa* abgegeben. Im weitern gehen aus der *A. occipitalis* unregelmäßige feine Ästchen in Fettmassen, welche die benachbarten großen Nervenstämme umgeben, sowie ins Periost der *Bulla ossea*.

Nach Abgabe des Trunkus für die *A. carotis interna*, die *A. occipitalis* u. *A. pharyngea ascendens* wird die *A. carotis communis* zur äußern Kopfarterie, *A. carotis externa* (Fig. I und II f). So nimmt die *A. carotis externa* ihren Anfang ungefähr auf der Höhe des kaudalen Randes des *M. digastricus*. Sie zieht darauf an der medialen Fläche dieses Muskels in kranialer Richtung bis zur ventralen Seite der großen *Bulla ossea*. Dort macht sie ihren ersten Bogen, indem sie rechtwinklig abbiegt und, der Form der *Bulla ossea* sich anpassend, lateralwärts zieht. Im zweiten Bogen läuft die Arterie der *Bulla ossea* entlang dorsal, bis sie zwischen *M. digastricus* und *M. styloglossus* hindurch und über die Außenfläche des großen Zungenbeimestes hinweggelangt. Nun liegt die äußere Kopfarterie am Grunde des äußern Gehörganges und steigt weiter dorsal- und leicht nasalwärts an in die *Fossa retromandibularis*, in welcher sie in frontaler Richtung an der lateralen Fläche des äußern Gehörganges weiterzieht, dem kaudalen Rande des *M. masseter* folgend. Dadurch gelangt sie in ihrem Endteil nasal am *Meatus acusticus externus* vorbei und beschreibt den dritten Bogen, indem sie rechtwinklig eine nasale Richtung einschlägt, unter den Unterkiefer tritt und dadurch zur *A. maxillaris interna* wird. Beim Übergang der *A. carotis communis* in die *A. carotis externa* wird das Gefäß medial vom *N. glossopharyngeus* gekreuzt, während einige Millimeter proximal in oroventraler Richtung der *N. hypoglossus* ihre laterale Seite kreuzt, um mit der ungefähr dort austretenden *A. lingualis* zur Zunge zu verlaufen. In der *Fossa retromandibularis* ist das Gefäß von der *Glandula parotis total* verdeckt.

Was die Verzweigung der *A. carotis externa* anbetrifft, so sind die 4 folgenden Gefäße als konstante und regelmäßige Nebenäste anzuführen:

1. *A. lingualis* aus medioventraler Wand im Bereiche der ersten 3—10 mm, also vor dem ersten Bogen.
2. *A. maxillaris externa*, meistens zusammen mit einem Ast für die Glandula mandibularis aus der konvexen Wand des ersten Bogens oder wenige Millimeter distal von ihm am Grunde der Bulla ossea. In einem Falle entspringt der eine der Endäste der *A. maxillaris externa*, die *A. sublingualis*, gesondert aus dem Stammgefäß, und zwar am ersten Bogen, während die *A. maxillaris externa* resp. *A. facialis* erst kurz proximal der dritten Biegung heraustritt.
3. *A. auricularis magna* aus kaudaler Wand noch auf Höhe der Bulla ossea im Bereich des zweiten Bogens.
4. *Trunkus* für *A. transversa faciei* und *A. temporalis superficialis* aus dorsokaudaler Wand, am Beginne des dritten Bogens der *A. carotis externa* in der Fossa retromandibularis.

Ziemlich regelmäßig entläßt die *A. carotis externa* kurz nach ihrem Ursprung aus dorsaler Wand einen Ast in den kaudalen Rand des *M. digastricus* mit Zweigen für den *M. sternocephalicus* und die Lymphoglandula retropharyngealis.

Einmal entläßt die *A. carotis externa* 2 mm nach ihrem Ursprung aus dorsaler Wand einen stärkeren Ast, der in ventrolateraler Richtung über den *N. hypoglossus* geht. Er schickt 2 Ästchen in den kaudalen Rand des *M. digastricus*, ein Ästchen an die mediale Fläche des *M. sternocephalicus* und einen starken Zweig quer über den *M. digastricus* und den *M. sternohyoideus* über das oroventrale Ende der Glandula mandibularis lateral hinweg in die ventral vom *M. masseter* gelegenen Lymphoglandulae submaxillares, wo er sich verästelt und Anastomosen bildet mit der *A. facialis*. Weitere unregelmäßige Ästchen aus der *A. carotis externa* gehen hin und wieder an die dorsale Pharynxwand und in das dorsale Ende des *M. styloglossus*.

Auch das Gefäß für die Glandula mandibularis kann gesondert aus der äußern Kopfarterie entspringen. Häufig jedoch ist noch ein *Ramus massetericus* (Fig. I k) anzutreffen. Er tritt meistens auf der Höhe der *A. auricularis magna* aus medialer oder lateraler Wand, geht dann in den kaudalen Rand des *M. masseter* und verästelt sich oberflächlich gegen dessen laterale Seite hin. Dabei gehen ab und zu Ästchen backenwärts oder mundwinkelwärts in die Tiefe, eventuell bis in die Lymphoglandulae submaxillares. In anderen Fällen geht der Zweig an die mediale Fläche des *M. masseter*.

Aus ventraler oder medialer Wand der *A. carotis externa*, bevor diese lateral abbiegt, tritt die *A. lingualis* (Fig. I und II g) hervor. Ihre Ursprungsstelle liegt somit am kaudalen Rand des *M. styloglossus* und wird meistens vom *N. hypoglossus* gekreuzt, der in ventraler Richtung lateral über sie hinwegzieht, um dann die Zungenarterie in ihrem weitem Verlauf zu begleiten. Diese nimmt ihren Verlauf oral in einem schwachen, ventral konvexen Bogen und entlang dem kaudalen Rand des *M. styloglossus* über die laterale Fläche des Zungengrundes. Dadurch gelangt sie zur Verbindungsstelle des mittlern und kleinen Zungenbeinastes, die sie an der lateralen Seite überkreuzt. Der bis dahin sie begleitende *N. hypoglossus* trennt sich, kurz bevor sie zusammen das Gelenk erreichen, in der Weise, daß er an die Oberfläche des *M. hyoglossus* tritt, während die Arterie sich an dessen Unterfläche begibt, indem sie über den mittleren Zungenbeinast hinweg zwischen dem genannten Muskel und den *M. genioglossus* eintritt. Ohne weiter in die Zungenmuskulatur sich einzusenken, verläuft die *A. lingualis*, teilweise in den *M. hyoglossus* eingebettet, unter Schlingelungen spitzenwärts und dabei konvergiert sie mit der *A. lingualis* der andern Seite. In ihrem Verlauf gibt sie in dorsaler, lateraler und medialer Richtung Zweige in die Zunge, wie es in Textfig. 1—4 dargestellt ist. Die Arterie verläuft im ganzen parallel dem ventralen Rande des *M. styloglossus* und auch in dessen Höhe.

Kurz nach dem Ursprung der *A. lingualis* entläßt diese aus ihrer dorsalen oder medialen Wand unregelmäßig mehrere feine Ästchen in die laterale Pharynxwand, wo sie dorsokranial bis auf die dorsale Schlundkopffläche ansteigen und dabei die *Mm. palato-, chondro- und stylopharyngeus* vaskularisieren. Ebenso gehen auch Zweige in den *M. styloglossus*.

Meistens aus ventraler Wand, ca. 1—1½ cm nach dem Ursprung, zieht ein feines Gefäß (Textfig. 1—4f) in oroventraler Richtung auf die ventrale Fläche des *M. mylohyoideus*, kaudaler Rand, wo es sich fein verästelt und dabei zarte Verbindungen eingeht mit gleichen Endästchen der andern Seite, sowie kaudalwärts Zweige sendet in die Ansatzstelle des *M. sternohyoideus*. Im Verlauf zur ventralen Fläche des Zungengrundes können Ästchen abgehen in *M. chondropharyngeus*.

M. stylohyoideus und M. hyoglossus sowie in die Muskulatur im Winkel des kleinen und mittleren Zungenbeinastes.

Ein etwas stärkeres Ästchen verläuft immer von der A. lingualis zur Gaumenmandel. Dieser *Ramus tonsillaris* (e) tritt in den M. styloglossus, umgreift darin oral- und medialwärts den großen Zungenbeinast, um so in die medial von diesem gelegene Tonsilla zu gelangen. Vorher verzweigt er sich stark im M. styloglossus.

Der stärkste Nebenast der A. lingualis ist der *Ramus hyoideus* (g),

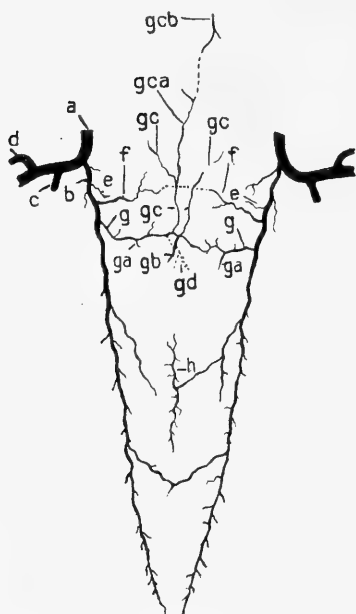


Fig. 1.

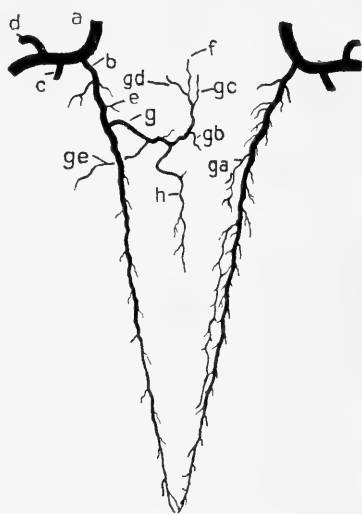


Fig. 2.

der aus ihrer medialen Wand tritt, nachdem die Zungenarterie lateral den mittleren Zungenbeinast überkreuzt hat. Er zieht dorsal der Ursprungsstelle des M. hyoglossus medialwärts, gelangt zwischen M. genioglossus und M. geniohyoideus, wo er mit dem gleichen Ast der andern Seite einen Bogen bildet. Im Verlauf gibt er Ästchen in den M. hyoglossus wie auch zum Gelenk zwischen dem mittleren und kleinen Zungenbeinast. Spitzenwärts geht ein Nebenzweig in den M. geniohyoideus (ga). Dieser Ast kann jedoch auch direkt aus der A. lingualis treten (Textfig. 2), oder er ist sogar unpaar. In einem Fall (Textfig. 3) erscheint er besonders stark und zieht im genannten



Muskel oberflächlich oralwärts, um später auf dessen ventrale Fläche auszutreten. Hier läuft er in der Medianlinie spitzenwärts ca. 2 cm, indem er sich dabei ganz fein in den M. mylohyoideus verzweigt, um Anastomosen mit der A. sublingualis sowie mit dem später zu besprechenden unpaaren ventralen Ast der A. lingualis zu bilden.

Aus dem Bogengefäß, das der Ramus hyoideus mit demjenigen der anderen Seite bildet, entspringen mit ziemlicher Regelmäßigkeit genau in der Medianebene 3 unpaare Nebenäste.

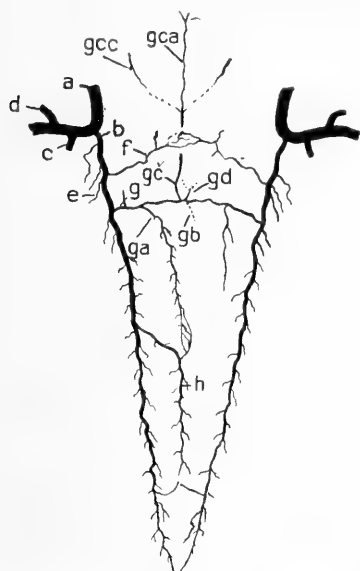


Fig. 3.

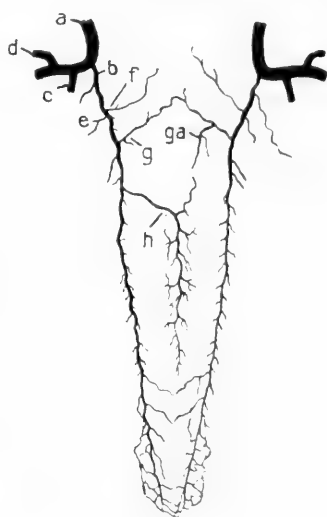


Fig. 4.

Der *dorsale Ast* (*gb*) steigt in gerader Richtung durch die Mitte der Zungenwurzel zur Oberfläche des Zungengrundes.

Der *ventrale Ast* (*gc*) senkt sich zwischen der Ansatzstelle der beiden Mm. geniohyoidei und oral vom Zungenbeinkörper gelegen in kaudaler Richtung ventral um diesen herum und gelangt so in die Ansatzstelle der beiden Mm. sternohyoidei, die beide Zweige erhalten. Auch bildet er dort nach beiden Seiten hin Anastomosen mit den Zungenbeinästen der A. laryngea (Textfig. 3 *gce*). Der unpaare Endast aber tritt weiter auf die ventrale Fläche des Thyreoides, läuft bis in dessen kaudales Drittel, wo er sich gabelförmig geteilt in die Incisura

thyreoidea caudalis senkt (Textfig. III gca) zur Versorgung der beiden Mm. cricothyreoidei.

In einem besonderen Fall kommt der unpaare Endast für die Incisura thyreoidea von der A. laryngea her, also auch von vorn, fehlt aber dann dafür beim Ramus hyoideus (Textfig. 2).

Bei einem anderen Präparat schickt die A. thyreoidea ebenfalls einen unpaaren Ast von kaudaler Seite her in die Incisura thyreoidea, der dann dort mit demjenigen des Ramus hyoideus anastomosiert (Textfig. 1 gcb).

Der *mediane Ast* geht ebenfalls in kaudaler Richtung, jedoch dorsal des Zungenbeinkörpers. Er zweiteilt sich sofort in beide Ansatzstellen der Mm. genioglossi und schickt einen unpaaren Endzweig als *Ramus epiglottidis* (Textfig. 1, 2, 3 gd) in die Basis des Kehldeckels.

In zwei Fällen habe ich diesen Ramus hyoideus auf der rechten Seite nicht vorgefunden, so daß der eine unpaare linke Ast das ganze Gebiet allein zu versorgen hatte (Textfig. 2g).

Der Hauptstamm der A. lingualis zieht nun spitzwärts, in die ventromediale Kante des M. hyoglossus eingebettet. Medial von ihm liegt der M. genioglossus, durch welchen hindurch in medialer Richtung vereinzelte Ästchen zu der anderseitigen Zungenarterie ziehen; dies hauptsächlich an der Spitze. Im Verlauf schickt der Hauptstamm zahlreiche Nebenzweige in die umliegenden Zungenmuskeln, besonders dorsal in den M. hyoglossus. Unter Umständen ziehen auch feine Gefäße lateral durch den M. hyoglossus bis zu der Glandula sublingualis polystomatica. Fast immer entläßt die A. lingualis in der vordern Zungenhälfte entweder links oder rechts einen unpaaren ventralen Nebenast aus ventraler Wand (Textfig. h). Dieser Ast tritt in medialer Richtung durch den M. genioglossus und verläuft dann in der Medianlinie in der Richtung gegen die Spitze des Mundhöhlenbodens, sich stark in die Mm. genioglossi und geniohyoidei verzweigend. Nur einmal (Textfig. 2) entstammt er dem Ramus hyoideus.

Die *A. maxillaris externa* (Fig. I und II h) erreicht an ihrem Ursprung einen Durchmesser von ca. 2 mm. Sie geht in geradem Lauf oral und medial unter dem M. diaphragmaticus und der Glandula mandibularis hindurch an die mediale Fläche des M. masseter, ventrale Partie, und überkreuzt dabei den M. styloglossus an seiner ventrolateralen Fläche. Dann geht sie im Winkel, den die Mm. digastricus,

masseter und styloglossus zusammen bilden, oralwärts, indem sie teils medial, teils dorsal der Glandula sublingualis monostomatica liegt, bis sie den kaudalen Rand des M. mylohyoideus erreicht. In einem besondern Fall verläuft die A. maxillaris externa ca. 3—4 mm vom untern Rande des M. masseter entfernt oralwärts, indem sie mit demselben parallel zwischen der Glandula sublingualis monostomatica (einerseits) und dem M. styloglossus (andererseits) hinwegzieht. Am hintern Rand des M. mylohyoideus senkt sich die äußere Kieferarterie ventral und tritt zwischen M. digastricus und M. masseter auf die Innenfläche des Kehlrandes des Unterkiefers. Hier schlägt sie sich über den ventralen Rand des M. masseter in dessen Gefäßrinne auf die Gesichtsfläche, wo sie zur A. facialis wird (Fig. I h b). Als solche schlängelt sie sich, unmittelbar unter der Haut gelegen, der Buccalmuskulatur aufliegend, orodorsalwärts, zieht ca.  $1\frac{1}{2}$  cm hinter dem Mundwinkel vorbei und schickt ihren Endast als A. labialis superior (h g) in nasaler Richtung und ventral vom Arcus zygomaticus in das Netz, das die A. infraorbitalis im Bereich der Sinushaare der Oberlippe und Nase bildet.

Als ersten Nebenast entläßt die A. maxillaris externa in der Regel einen *Ramus für die Glandula mandibularis* (Fig. I h a). Wie schon gesagt, kann dieser Ast gesondert aus der A. carotis externa entspringen, oder er tritt aus dem lateralwärts gebildeten Winkel der A. carotis externa mit der A. maxillaris externa. Der verhältnismäßig starke Ast zieht über den dorsalen Rand des M. digastricus, zwischen diesem und dem M. masseter (kaudoventraler Rand) hervortretend, in kurzem Bogen an die mediale Drüsenfläche und mündet etwas oral der Mitte der lateralen Masseterfläche in die Drüse. Er verteilt sich mit 3—4 Hauptästen im ganzen Drüsengewebe. Dabei treten mitunter Ästchen aus der Drüse in den anliegenden M. cleidomastoideus. Immer tritt ein rückläufiges Ästchen aus der Tiefe der Drüse hervor und vaskularisiert die Glandula sublingualis monostomatica mit Ästchen bis in den M. masseter, ja sogar bis in die Lymphoglandulae submaxillares. Bei einer besonders gut gelungenen Injektion geht ein solcher Endast dem Ausführungsgange der Glandula sublingualis monostomatica entlang und sendet feine Ästchen in die Glandula sublingualis polystomatica,

die bis in die Zungenmuskulatur zu verfolgen sind, wo sie endlich mit Ästchen der A. sublingualis Verbindungen eingehen.

Ziemlich unregelmäßig schickt die A. maxillaris externa gleich aus ihrem Anfangsteil schwächere Ästchen in den M. styloglossus, während ein oder mehrere stärkere Zweige für den M. masseter regelmäßig abgehen, eventuell mit Zweigen für den M. digastricus. Diese Muskelrami treten meistens in den Kehrlrand des M. masseter, wo sie sich in den tiefern Muskelschichten verzweigen. Jedoch können sie auch in die mediale Masseterfläche eintreten. In einzelnen Fällen sind 3—4 solcher Äste vorhanden bis zur Abgabe der A. sublingualis. Auch nach der Abgabe dieser Arterie, wenn sich die A. maxillaris externa bereits zum ventralen Masseterand herabsenkt und sich anschickt, auf die Gesichtsfläche zu treten, kann noch ein Ramus massetericus in den oralen Muskelrand übergehen. In Fällen, wo diese Gefäße für den M. masseter spärlich vorhanden sind, werden sie ersetzt durch den obenerwähnten Ramus massetericus der A. carotis externa.

Ungefähr 2 cm nach ihrem Ursprung entläßt die A. maxillaris externa vor der ventralen Abbiegung aus oraler Wand die A. *sublingualis* (*Tandlers* A. submentalis). Dieses Gefäß, das an Stärke dem fortlaufenden Stamm der A. maxillaris externa wenig nachsteht, verläuft ungefähr parallel mit dem Unterkieferrand und konvergiert dabei mit dem entsprechenden Ast der andern Seite in oraler Richtung. Die Arterie liegt medial vom Unterkieferknochen auf der dorsalen Fläche des M. digastricus und der Außenfläche des M. mylohyoideus, um in Schlängelungen mundwärts zu verlaufen bis zur Symphyse der beiden Ossa mandibulae. Sie gibt zahlreiche größere und kleinere Zweige in die Mm. digastricus, mylohyoideus und myloglossus ab. Im M. mylohyoideus bestehen vereinzelte Verbindungen quer über die Unterfläche der Zunge mit der anderseitigen Unterzungenarterie. Ferner geht die A. sublingualis Anastomosen ein mit Ästen aus der ventral von ihr liegenden Glandula sublingualis polystomatica sowie auch mit Ästen der A. lingualis. Durch zahlreiche dorsal ziehende Ästchen vaskularisiert sie den sublingualen Mundhöhlenboden und das mediale Zahnfleisch im Bereiche der Molaren, Prämolaren und der Dentes canini bis zu den Schneidezähnen hin. Etwas kaudal der Symphyse

verbinden die Endäste der beiderseitigen Aa. sublinguales sich miteinander und senden zusammen einen Ast oder auch mehrere Ästchen über die ventrale Fläche der Symphyse auf die Außenfläche der Mandibula (A. submentalis), um sich mit den Endzweigen aus dem Gebiete der A. facialis sowie mit solchen der A. alveolaris mandibulae zu vereinigen. Sie tragen dadurch bei zur Bildung der A. coronalis labii inferioris, die die Muskulatur des Kinns und den äußern Zahnfleischrand mit Blut versorgt.

In einem außergewöhnlichen Fall tritt die A. sublingualis direkt aus der A. carotis externa (siehe oben). In ihrem Anfangsteil gibt sie den Ramus für die Glandula mandibularis ab und schickt einige Zweige in den Kehrlrand des M. masseter. Der weitere Verlauf der A. sublingualis bleibt sich gleich. Die A. facialis nimmt ihren Ursprung an diesem Präparat ebenfalls direkt aus der A. carotis externa, wie ich bereits früher erwähnt habe.

Als *A. facialis* (Fig. I h b) bezeichne ich, wie andere Autoren das ebenfalls getan haben, die Fortsetzung der A. maxillaris externa von der Stelle an, wo sie lateral um den ventralen Rand des M. masseter auf die Gesichtsfläche tritt. Eine ausgesprochene Gefäßrinne im Kiefernrande ist in der Regel nicht vorhanden, sondern die Arterie tritt frei, unter der Haut gelegen, über den ventralen Masseterrand. Auf der Gesichtsfläche zieht sie in geschlängeltem Verlauf entlang dem oralen Masseterrande mundwinkelwärts und löst sich ca.  $1\frac{1}{2}$  cm vom Angulus oris entfernt in ihre Endäste auf. Sie ist in ihrem Verlauf teils in die Hautmuskulatur, teils in die ventralen Backendrüsen eingebettet.

Unregelmäßig gehen schon aus ihrem Anfangsteil Ästchen in die Hautmuskulatur sowie in den M. masseter. Auch in die dorsal von ihr an der Angesichtsfläche gelegenen Lymphoglandulae submaxillares sendet sie hin und wieder feine Zweige.

Immer findet sich die *A. labialis inferior* als stärkerer Nebenzweig der A. facialis vor. Sie teilt sich meistens in einen ventralen und einen dorsalen Ast, die jedoch beide auch gesondert entspringen können (Fig. I). Ihr Ursprung liegt fast noch an der Umbiegungsstelle der A. facialis auf die Gesichtsfläche, also wenig über dem Kiefernrande des Unterkiefers.

Die *A. labialis inferior ventralis* (h c) geht als schwacher Ast unter

Schlängelungen kinnwärts, entlang dem ventralen Rande der ventralen Backendrüsen. Diese erhalten mehrere Ästchen von ihr, während andere Zweige Anastomosen eingehen mit Ästchen der *A. labialis inferior dorsalis* in der Richtung gegen die Unterlippe hin.

Die stärkere *A. labialis inferior dorsalis* (*hd*) verläßt die *A. facialis* meistens ca. 1—1½ cm kaudal und etwas ventral vom Mundwinkel. Sie verzweigt sich in der Unterlippe und in die ventralen Backendrüsen sowie im Zahnfleisch der Molaren und anastomosiert mit seinen Endästchen mit solchen der *A. alveolaris mandibulae*. Durchschnittlich erreicht die *A. labialis inferior dorsalis* das orale Drittel der Unterlippe nicht mehr.

Auf der Höhe der *A. labialis inferior* entläßt die *A. facialis* aus ihrer medialen Wand ein bzw. mehrere Ästchen (*he*), die in medialer Richtung am oralen Rande des *M. masseter* in die Tiefe treten. Der stärkere von ihnen geht ungefähr auf Mundwinkelhöhe über den dorsalen Rand der Mandibula, hinter dem letzten Molaren zu den dorsalen Backendrüsen, um mit Endästchen der *A. buccinatoria* zu anastomisieren (s. unten).

Die *A. anguli oris* (*hf*) ist ein sehr schwaches Ästchen, das meist von der *A. facialis* oder auch von der *A. labialis inferior* gegen den Mundwinkel zieht.

Der fortlaufende Stamm der *A. facialis* läuft nun in dorsal-konvexem Bogen ca. 1 cm vom Mundwinkel entfernt in die Oberlippe und wird zur *A. labialis superior* (*hg*). Diese zieht dem Oberlippenrand parallel nasenwärts und bildet indirekt mit den Endästen der *A. infraorbitalis* ein starkes Netz im Bereiche der Sinushaare, auf dessen Besprechung ich später zurückkommen werde.

Die *A. auricularis magna* (Fig. I i) entspringt als sehr starkes Gefäß am Grunde der Bulla ossea aus der dorsokaudalen Wand der äußern Kopfarterie im Bereich des zweiten Bogens. Sie steigt sofort dorsal über die laterale Fläche der Ansatzstelle des *M. styloglossus* und tritt kaudal an den Ringknorpel des Meatus acusticus externus, wo sie medial vom *N. facialis* gekreuzt wird. Indem sie dem äußern Gehörgang dicht aufliegt, steigt sie zwischen diesem und dem oralen Ende des *M. sternocephalicus* an die kaudodorsale Fläche des halb-

ringförmigen Knorpels und gelangt schließlich in der Tiefe des Gesäßes zwischen die Auswärtszieher der Ohrmuschel und den M. temporalis: auf dem kaudalen Rand bzw. der lateralen Fläche dieses Muskels findet ihre Endteilung statt. Ihr ganzer Verlauf bis dahin ist bedeckt vom postaurikularen Zipfel der Glandula parotis.

In ihrem Anfangsteil schickt die große Ohrarterie mehrere kleine Ästchen unregelmäßig in ihre Umgebung. So gehen Zweige in die Ansatzstellen der Mm. jugulohyoideus, digastricus und styloglossus, wie auch an die kaudale Wand des Meatus acusticus externus. In einem Fall tritt sogar ein Gefäß an der lateralen Wand des Meatus zwischen Ringknorpel und halbringförmigem Knorpel in das Innere des Gehörganges. Ferner treten Zweige ins Periost der Bulla ossa und stärkere Äste verteilen sich in der Glandula parotis. Für letztere kann auch nur ein Stamm abgehen, der sich baumartig in der Drüse verzweigt.

An einzelnen Präparaten ist auch ein *Ramus massetericus* vorhanden, und zwar dann, wenn der gleiche Ast nicht schon bei der A. carotis externa abgegangen ist. Er tritt auch hier in die laterale Fläche des M. masseter und schickt eventuell feine Endäste oralwärts entlang dem N. facialis in die Gegend der submaxillaren Drüsen.

Die A. *stylomastoidea* (Fig. Iia) ist ein feines Stämmchen, das aus kaudomedialer Wand der A. auricularis magna entspringt, ca. 1—1½ cm nach deren Ursprung. Sie zieht sofort medialwärts und tritt nach sehr kurzem Verlauf mit dem N. facialis ins Foramen stylomastoideum und zum Cavum tympani.

Ungefähr auf der Höhe des soeben besprochenen Gefäßes, entweder vor oder nach dessen Ursprung, tritt der erste eigentliche Ohrast aus der großen Ohrarterie. Es ist der *Ramus auricularis lateralis primus* (ib), der aus lateraler Wand auf die Mitte der kaudalen Fläche des Ringknorpels tritt. Hier schlängelt er sich, meistens etwas in das Parotisgewebe eingelassen, auf die laterale Fläche des knorpeligen Gehörganges und gibt im Verlauf mehrere stärkere Ästchen in die lateral gelegene Ohrspeicheldrüse. Ungefähr auf dem M. helcis findet seine Teilung in einen oralen und einen dorsalen Ast statt. Ersterer zieht zum Antitragus und geht dort Verbindungen ein mit der A. auricularis

anterior. Der dorsale Ast zieht gegen die Hauttasche des lateralen Muschelrandes über dem Antitragus und anastomosiert mit Endästen des Ramus auricularis lateralis secundus. Sowohl der orale wie der dorsale Ast geben im Verlauf zahlreiche feine Ästchen in das umliegende Gewebe.

Wenige Millimeter distal entläßt die A. auricularis magna, kurz bevor sie unter das Gesäß tritt, den zweiten lateralen Ohrast, den *Ramus auricularis lateralis secundus (ic)*. Der Verlauf ist anfänglich dem ersten Seitenast parallel, meistens im Abstand von  $\frac{1}{2}$  cm. In Schlängelungen zieht er lateral um das Gesäß der Ohrmuschel und steigt dann dorsalwärts zum untern Drittel des lateralen Ohrmuschelrandes entlang der Insertionslinie des langen Auswärtsziehers, der einen feinen Ast erhält. Dabei liegt sie im subparotidealen bzw. Unterhautfettgewebe. Auf der lateralen Fläche des Gesäßes schickt die zweite laterale Ohrarterie einen Zweig ab, der in dorsal-konvexem Bogen die Skapha umfaßt und mit einem gleichen Bogengefäß des Ramus auricularis intermedius eine Anastomose bildet (*ifa*). Aus dieser Anastomose steigt ein Zweig mit feinen Verästelungen direkt dorsalwärts über die Mitte der lateralen Ohrmuschelfläche zur Mitte des lateralen Muschelrandes, um sich dort wieder mit Endästen des Ramus auricularis lateralis secundus zu verbinden. Am ventralen Rande des M. helicis tritt ein starkes Gefäß durch den Muschelknorpel an die Innenwand des Gehörganges und Gesäßes. Über dem Antitragus ziehen mehrere Verzweigungen des Ramus auricularis lateralis secundus bis in den äußersten Rand der Muschel und bilden zum Teil die oben erwähnten Anastomosen mit dem Ramus auricularis lateralis primus. Der eigentliche Endstamm des zweiten lateralen Ohrastes läuft entlang dem lateralen Muschelrande spitzenwärts, um dort mit den Endästen des Ramus auricularis intermedius sich zu verbinden.

Bei einem Präparat entspringen die beiden lateralen Ohrarterien gemeinsam aus der A. auricularis magna etwa  $1\frac{1}{2}$  cm nach ihrem Ursprung aus lateraler Wand. Dieser starke Stamm zieht über die äußere Fläche des knorpeligen Gehörganges an die kaudale Fläche des Gesäßes. Ungefähr in der Mitte seines Verlaufes schickt er einen starken Ast dorsalwärts zu den Nackenteilen der Auswärtszieher mit Zweigen in die Parotis, worauf er sich am kaudalen Rand des Gesäßes in die Endzweige auflöst.



Auf der Höhe zwischen halbringförmigem Knorpel und Ringknorpel an der kaudalen Fläche des Meatus acusticus externus entläßt die große Ohrarterie einen starken *Ramus muscularis* für den Nackenteil der Auswärtszieher (Fig. I id). Das Gefäß geht in der Richtung der Crista nuchalis dem kaudalen Rande des kurzen Auswärtsziehers entlang ca. 1 cm nackenwärts, um sich dann in 2 Äste zu teilen. Es liegt im Fettgewebe der Rinne zwischen M. temporalis und Nackenmuskulatur. Der eine Ast geht in der alten Richtung weiter entlang dem kaudalen Rande des kurzen Auswärtsziehers und verteilt sich in dessen Nackenende. Der andere Ast tritt an die mediale Fläche des genannten Muskels, durchbohrt diesen unter Abgabe von Ästen dorsal in den Muskel, und sendet hierauf seine Endäste in den langen Auswärtszieher derart, daß ein Ast zum Ohrende, der andere aber zum Nackenende dieses Muskels verläuft.

Nun tritt die A. auricularis magna in scharfem Bogen medialwärts unter das Gesäß an die mediale Fläche des Ohrendes des kurzen Auswärtsziehers und entläßt dort aus ihrer kaudalen Wand den *Trunkus für die Br. auriculares intermedius et medialis* (Fig. I ie). Dieser setzt die alte Richtung des Hauptstammes fort und zieht in dorsaler Richtung zwischen dem kurzen Auswärtszieher, dessen mediale Fläche er allmählich kreuzt, und dem M. temporalis zur Kuppel des Gesäßes. Er ist begleitet vom Ramus auricularis posterior des X. facialis und überkreuzt mit diesem medial die Ansatzstelle des langen Dreher. Auf der Höhe der Kuppel, medial des Ansatzes vom langen Dreher, teilt sich der Trunkus in seine beiden Hauptäste. In seinem Verlauf gibt der Trunkus in beide Auswärtszieher Ästchen bis in die Mm. occipitalis und cervicoseutularis, in den langen, mittleren und kurzen Heber sowie auch in den kurzen Dreher. In einem Fall bildet er etwa 1 cm vor seiner Zweiteilung eine bogenförmige Anastomose mit dem Ramus auricularis lateralis secundus.

Der *Ramus auricularis intermedius (if)* tritt zwischen dem langen und mittleren Heber auf das Dorsum der Ohrmuschel und zieht hier in zwei Ästen wenig divergierend auf dem M. transversus auriculae zur Muschelspitze. Einmal löst sich der Ramus in 3 Endäste auf, von denen 2 parallel zur Muschelspitze verlaufen, während der dritte

an den lateralen Muschelrand zieht. Noch auf der Kuppel des Gesäßes treten 1—2 starke Gefäße durch den Muschelknorpel, um die Haut der Innenfläche im basalen Gebiete des lateralen Muschelrandes zu vaskularisieren. Im Verlauf treten aus beiden Ästen des Ramus auricularis intermedius Zweige in den M. transversus auriculæ sowie in den langen und mittleren Heber. In 3 Fällen geht aus dem Ramus auricularis intermedius vor dessen Endteilung eine bogenförmige Anastomose (*ifa*) über die Skapha zu einem Ast des Ramus auricularis lateralis secundus. Die Endäste anastomisieren an der Muschelspitze sowohl unter sich wie auch lateralwärts mit dem Ramus auricularis lateralis secundus und in medialer Richtung mit dem Ramus auricularis medialis.

Der *Ramus auricularis medialis* tritt, nachdem er den Trunkus verlassen hat, unter dem mittleren Heber über die Kuppel des Gesäßes und passiert dabei den kaudalen Winkel des Skutellums. Hier gibt er einen Zweig nasal über das Skutellum zur Verästelung in die Mm. interscutularis und occipitalis. Der Hauptast selbst tritt medial an den Ohrmuschelgrund und löst sich in 3 Endäste auf, nachdem er vorher feine Verbindungsäste unter dem Antitragus zu den Endästen der A. auricularis profunda geschickt hat. Die 3 Endäste verlaufen divergierend über die mediale Muschelfläche, wo sie ein feines Adergeflecht bilden. Zwei erreichen den medialen Muschelrand, während der dritte kaudale Endast entlang der Insertionslinie des mittleren Hebers dorsumwärts verläuft. Dabei sendet er feine Ästchen in den genannten Muskel und bildet gegen die Muschelspitze Anastomosen mit dem Ramus auricularis intermedius. Ein starker Ast von ihm durchbohrt am dorsalen Ende des langen Hebers den Knorpel und verbreitet sich baumartig an der Innenfläche der Spitzenhälfte der Ohrmuschel.

Nach Abgabe dieses Trunkus tritt die A. auricularis magna in scharfem, dorsal-konvexen Bogen an den kaudalen Rand des Temporal Muskels resp. auf dessen laterale Fläche. Dort findet ihre Endteilung statt in den Ramus muscularis temporalis und in die A. auricularis profunda. Vorher noch gibt sie am Grunde des Gesäßes ein Ästchen unter den Ansatz des langen Drehers mit Zweig in diesen,

welcher mit dem *Ramus auricularis internus* vom *N. facialis* verläuft. Ferner treten feine Ästchen in die mediale Fläche des knorpeligen Gehörganges. Bei einem Präparat tritt direkt am ventralen Rand des langen Drehers ein starker Zweig durch den Knorpel des Gesäßes an dessen Innenfläche.

Der *Ramus muscularis temporalis* tritt als starker Endast der großen Ohrarterie sofort in die kaudale Partie des Schläfenmuskels zur Vaskularisation der tiefern Schichten.

Die *A. auricularis profunda* zieht als letzter Endast der großen Ohrarterie zwischen *M. temporalis* und Gehörgang nasalwärts. In ihrem geschlängelten Verlauf kreuzt sie die *Rami auriculares nervi facialis* an ihrer medialen Seite und schwingt sich im Bogen über die mediale Fläche des *M. tragicus* in dorsaler Richtung bis zum lateralen Rande des langen Drehers. So gelangt sie an den kaudolateralen Winkel des Schildes und gleitet über diesen hinweg zum *Crus helcis* am Spaltende des medialen Muschelrandes. Am Ursprung entläßt die tiefe Ohrarterie ein Ästchen auf die laterale Fläche des ventralen Teiles des Temporalmuskels, und etwas später schickt sie in die Ansatzstelle des *M. tragicus* sowie in das umliegende Fettgewebe ein solches. Ein Endästchen zieht in der Hautfalte des medialen Muschelrandes bis zur *Spina helcis*. Ein weiterer Endast zieht entlang des *Crus helcis* medialwärts an die Innenfläche des Muscheltrichters. Der stärkste Endast aber läuft über die Außenfläche des Skutellums in die Skutularmuskulatur, wo Anastomosen mit Endästen des *Ramus auricularis medialis* sowie mit solchen der *A. palpebrae superioris temporalis* entstehen (Fig. I i h).

Aus der dritten Umbiegungsstelle der *A. carotis externa* im frontalen Ende der *Fossa retromandibularis* tritt der *Trunkus für die A. transversa faciei* und die *A. temporalis superficialis* (l) hervor. Seine Länge bis zur Teilung in die beiden genannten Arterien variiert zwischen 1—2 cm. Der Trunkus steigt entlang der oralen Wand des *Meatus acusticus externus* dorsal an, teilweise eingelassen zwischen diesen und den kaudalen Rand des *M. masseter*, bis auf die Höhe der *Crista temporalis* des *Os temporale*. Er überkreuzt dabei die laterale Fläche des *M. tragicus*. Je nach der Länge liegt seine Endteilung schon proximal

oder erst distal der Jochleiste. Auch ich bezeichne wie *Tandler, Canova, K. Schmidt* und *Brückner* den Hauptstamm als Trunkus bis zur Abgabe der durchschnittlich schwachen A. transversa faciei, obwohl schon vorher bedeutend stärkere Gefäße regelmäßig austreten.

Ca. 3 mm nach Ursprung tritt ein *Ramus massetericus* (1a) aus dem Trunkus, der sofort eine orale Richtung einschlägt. Nach kurzem Verlauf tritt er in den kaudalen Rand des M. masseter, oder über diesen hinweg auf dessen laterale Fläche, um dort erst in den Muskel einzutreten. Im Muskel findet eine oberflächliche Verzweigung statt, die sich über dessen ganzes Gebiet erstrecken kann oder sich nur auf die dorsale Portion beschränkt, je nachdem mehr oder weniger große Masseteräste aus der A. carotis externa resp. A. auricularis magna die ventralen Muskelteile mit Blut versorgen.

In einem besonderen Fall entspringt der Ramus massetericus in zwei getrennten Ästen aus dem Trunkus. Der ventrale Ast tritt sofort in den kaudalen Rand des M. masseter, während der stärkere dorsale Ast erst auf der lateralen Muskelfläche und nach Abgabe eines Nebenzweiges in diese eintritt. Dieser Nebenzweig, den er in der Mitte des kaudalen Masseterrandes entläßt, übernimmt in diesem Falle die Funktion des proximalen Astes der A. transversa faciei, indem er sofort in nasodorsaler Richtung durch die Fossa retromandibularis ansteigt, bedeckt von der Parotis. Sein Ende liegt in der Subkutis etwas über dem kaudalen Ende des Arcus zygomaticus.

Die A. auricularis anterior (1b) verläßt als zweiter Nebenast den Trunkus ungefähr auf der Höhe der Spalte zwischen dem halbringförmigen Knorpel der Muschel und dem Ringknorpel des äußern Gehörganges. Sie zieht dorsal, in das Drüsengewebe der Parotis eingebettet, entlang der oralen Fläche des Gehörganges bis an den Winkel des Ohrmuschelspaltes. Im Verlauf verzweigt sie sich in der Glandula parotis, wo sie mit Drüsenästen der A. auricularis magna manche Verbindungen eingeht. Ferner schickt sie regelmäßig einen Zweig zum Knorpel des Meatus acusticus externus. Ihre Endäste verteilen sich in der Gegend der Ohrmuschelspalte bis zum Crus helices und in der Skutularmuskulatur. Dabei gehen sie Anastomosen ein mit Endästen des Ramus auricularis lateralis primus und der A. auricularis profunda. Entweder aus der A. auricularis anterior oder direkt aus dem Trunkus tritt ein Ästchen in die laterale Fläche des M. tragus.

Die *A. transversa faciei* verläßt den Trunkus immer in 2 Ästen, die auf der Höhe des Jochbogens nebeneinander oder im Abstand von einigen Millimetern bis zu einem Zentimeter ihren Ursprung nehmen. Es kommt auch vor, daß die *A. auricularis anterior* zwischen beiden Ästen aus dem Trunkus tritt oder daß, wie oben erwähnt, ein Ast aus dem Ramus massetericus entsteht. Ich unterscheide also einen proximalen und einen distalen Ast der *A. transversa faciei*. Beides sind jedoch nur schwache Gefäße, der distale Ast immerhin noch etwas kräftiger. Der *proximale Ast* (Fig. I 1 c) zieht auf der lateralen Fläche des M. masseter in den M. zygomaticus. Der *distale Ast* (1 d) verläuft zwischen dem frontalen Parotiszipfel und dem M. temporalis nasal über den kaudalen Teil der Jochleiste und verliert sich in der oberflächlichen Gesichtsmuskulatur in der Gegend des Arcus zygomaticus.

Als Fortsetzung des Trunkus geht die *A. temporalis superficialis* (1 e) auf dem M. temporalis dorsalwärts über den Arcus zygomaticus, nimmt dann plötzlich nasofrontale Richtung an und zieht in flachem Bogen und parallel dem Arcus zygomaticus gegen den temporalen Augenwinkel. In ihrem Verlauf ist sie bedeckt von der Glandula parotis und den Skutularmuskeln und gibt in kleinen Abständen 2—3 Ästchen in den unter ihr liegenden M. temporalis ab. Ungefähr  $1\frac{1}{2}$  cm kaudal vom temporalen Augenwinkel, dort, wo die Arterie das Ligamentum orbitale überschreitet, teilt sie sich in ihre beiden Endäste. Der ventrolaterale schwächere Endast geht als *A. palpebrae inferioris temporalis* (1 f) in Schlängelungen über den Processus frontalis des Arcus zygomaticus entlang dem ventralen Augenbogen in die Subkutis des unteren Augenlides, temporale Hälfte, um dann als feines Ästchen im nasalen Liddrittel in die untere Lidarterie der *A. malaris* zu münden. Schon im temporalen Augendrittel bildet sie eine feine Anastomose mit dem gleichen Gefäß. In ihrem Verlauf gibt sie ferner Ästchen in die Mm. zygomaticus und orbicularis oculi, sowie in die Conjunctiva palpebrae basalis bis zum Fornix.

Der zweite stärkere Endast des Trunkus zieht als *A. palpebrae superioris temporalis* (1 g) vom Ligamentum orbitale stirnwärts. Er geht unter dem M. scutularis dem Orbikularrande des Stirnbeins ent-

lang bis zur Höhe des nasalen Drittels des Oberlides. Bis dahin gibt die Arterie in dorsaler und frontaler Richtung feine Ästchen in die Skutularmuskulatur, die dort mit den Endästchen der *A. auricularis profunda* anastomisieren. Zirka 4 mm nach Ursprung geht ein Zweig von der *A. palpebrae superioris temporalis* zum benachbarten Augwinkel und anastomisiert im äußersten Lidrande mit den Endästchen der dorsalen Lidarterie der *A. malaris*, *A. angularis oculi temporalis* (*lh*). Zirka 1 cm distal geht ein ähnlicher Zweig ab, etwa in der Mitte des Lides ebenfalls in die obere Lidarterie der *A. malaris*. Eine dritte Anastomose mit der genannten Arterie bildet endlich der Endast der *A. palpebrae superioris temporalis*, indem er im nasalen Viertel des Lidrandes in jene einmündet. Die drei Anastomosen zur dorsalen Lidrandarterie der *A. malaris* sind in der Regel schwach, so dass der obere Lidrand in erster Linie von der *A. malaris* versorgt wird. Im Verlauf gehen ferner feine Zweige ins Periost des Nasenbeins und als Hautgefäße auf den Nasenrücken.

Bei einem Kopf werden auf beiden Seiten die *Aa. palpebrae superioris et inferioris temporales* von einem Endast der *A. temporalis profunda nasalis*, der aus der Tiefe des Temporal Muskels über den kaudalen Rand des Ligamentum orbitale hervortritt, abgegeben. In einem anderen Fall kommt die *A. angularis oculi temporalis* oral unter dem Processus zygomaticus des Stirnbeins als Endast der *A. lacrimalis* aus der Tiefe der Orbitalhöhle hervor.

Die direkte Fortsetzung der *A. carotis externa* ist die *A. maxillaris interna* (Fig. I und II m); sie nimmt ihren Anfang etwas oral der Höhe des Annulus tympanicus. Ventral von ihrem Ursprung liegt der kaudale Teil des *M. masseter*. Von der *A. carotis externa* geht sie im rechten Winkel in nasomedialer Richtung ab. Sie überkreuzt schräg die mediale Fläche des *M. tragicus* und schreitet ventral vom Processus postglenoidalis, direkt am Unterkieferknochen gelegen, vor zwischen die mediale Fläche der Mandibula und den *M. pterygoideus lateralis*. Ungefähr 2—3 mm oral vom Processus angularis schlägt sie im rechten Winkel plötzlich eine mediale Richtung ein und steigt leicht dorsal auf in der Richtung zum Foramen ovale; dabei liegt sie auf dem *M. pterygoideus medialis* und wird vom *N. mandibularis dorsolateral* überkreuzt, was auch Tandler hervorhebt. An gleicher Stelle (Fig. II) biegt die innere Kieferarterie mundwärts um und geht am Foramen ovale in ein mächtiges Wundernetz aus (*me*),

das direkt am Ramus maxillaris nervi trigemini gelegen ist. Die Arterie ist als starker Stamm durch das ganze Netz hindurch deutlich zu verfolgen und verläuft in dessen ventrolateraler Kante in medialkonvexem Bogen. An der oroventralen Ecke (siehe S. 411 u. ff.) tritt die A. maxillaris interna wieder aus dem Rete hervor und zieht in nasolateraler Richtung durch die Fossa pterygopalatina weiter. In ihrem Verlauf wird sie dorsomedial vom N. infraorbitalis begleitet. Sie liegt mit dem Nerven der ventrolateralen Wand der Orbitalhöhle und dabei derart der dorsalen Fläche des M. pterygoideus medialis auf, dass sie sich tief zwischen diesen und die ventrale Wand der Periorbita einschleibt (Fig. II ml). Etwa auf der Höhe des lateralen Endes des Ursprungs vom M. pterygoideus medialis findet ihre Endteilung statt in den Trunkus für die Aa. sphenopalatina und palatina major, in die A. palatina minor und in die A. infraorbitalis.

Die A. maxillaris interna gibt direkt kaudal vom Processus postglenoidalis, zirka  $\frac{1}{2}$  cm nach ihrem Ursprung, einen *Ramus für das Mandibulargelenk* und dessen Umgebung (Fig. II ma) ab, der sich sofort zweiteilt. Der *mediale* Ast geht in medialer Richtung entlang dem Processus postglenoidalis und gibt viele feine Zweige in die Kapsel des Mandibulargelenkes, ins Periost des genannten Fortsatzes, sowie in das Fett der oromedialen Umrandung des Meatus acusticus externus. Einige Ästchen dringen im Spalt zwischen dem Annulus tympanicus externus und dem Ringknorpel zur Innenauskleidung des Gehörganges. Der *laterale* Ast kreuzt in lateraler Richtung die orale Fläche des M. tragus, tritt hierauf zwischen dieser und dem kaudalen Rand der Mandibula nach außen, indem er ventral vom Processus condyloideus vorbeizieht. Hier schickt er in oraler und dorsaler Richtung feine Zweige um den genannten Fortsatz zum Mandibulargelenk, während seine Endäste sich in die äußere Kaumuskelgrube senken, um sich dort im M. masseter zu verästeln.

Ein größerer Nebenast der A. maxillaris interna ist die *A. alveolaris mandibulae* (mb). Sie tritt aus der Konvexität der medial vom Kiefergelenk liegenden Abbiegung der inneren Kieferarterie und läuft zirka  $1\frac{1}{2}$  cm zwischen der Mandibula und der Pterygoideusmuskulatur orolateral, um dann in das Foramen mandibulare einzutreten. In ihrem

Verlauf wird die Arterie erst medial vom N. alveolaris mandibulae begleitet; beim Eintritt in das Foramen tritt dieser aber dorsolateral über sie hinweg, um im Kanal mehr und mehr an ihrer ventralen Fläche dahinzuziehen. Nur in drei Fällen entläßt die Unterkieferarterie vor ihrem Eintritt ins Foramen ein Nebenästchen: einmal in die ventral an der medialen Mandibulafäche gelegene Partie des M. masseter und je einmal in die Mm. pterygoideus medialis und lateralis. Im Canalis mandibularis ist die Arterie mit dem sie begleitenden Nerven reichlich in Fett eingebettet und schickt während ihres Verlaufes mehrere Ästchen dorsal zu den Alveolen der Dentes molares als *Rami dentales*. Kurz bevor die Arterie den Canalis mandibularis wieder verläßt, sendet sie aus ihrer ventralen Wand ein Ästchen in den Canalis alveolaris incisivus mandibulae. Dieses Gefäß tritt als *A. alveolaris incisiva mandibulae* zu den Alveolen der Schneidezähne und des Eckzahnes des Unterkiefers und verzweigt sich auch im Knochen bis zur Symphyse. Auf der Höhe des ersten Molaren entläßt die *A. alveolaris mandibulae* einen stärkeren Zweig durch das Foramen mentale caudale auf die laterale Fläche der Mandibula. Dieser Ast verzweigt sich im Periost des Knochens, im Zahnfleisch des Inter-alveolarrandes und in den Weichteilen der Unterlippe. Seine Endäste anastomosieren kaudal mit solchen der *A. labialis inferior*, und oralwärts verbinden sie sich mit solchen von dem folgenden mittleren Zweig, der *A. alveolaris mandibulae*, der zirka  $\frac{1}{2}$  cm distal durch das Foramen mentale medium austritt und sich ebenfalls beidseitig verzweigt (Fig. I m b a). Endlich zieht der Endast der Unterkieferarterie durch das Foramen mentale orale auf die Unterfläche des Kinns und breitet sich dort netzartig aus. Seine Verzweigung verbindet sich mit derjenigen der anderen Seite sowie mit solchen des mittleren Astes. So entsteht am ganzen Kinn ein geschlossener Gefäßhalbkreis, den ich, wie Brückner beim Hunde, als *A. coronalis labii inferioris* bezeichne. Er ist bestimmt für die Vaskularisation der Unterlippe und des Zahnfleisches des Kieferendes. In zwei Fällen nimmt er deutlich ein Gefäßchen auf, das als unpaarer Endast der *A. sublingualis* über die ventrale Fläche des Kinns kommt (*A. submentalis*, siehe S. 399).

Die *A. temporalis profunda caudalis* (Fig. II m c). tritt wenig



distal von der Unterkieferarterie aus der *A. maxillaris interna* regelmäßig als einfacher Stamm hervor, der sich entweder kurz nach seinem Ursprung zweiteilt oder aber erst mehr dorsal sich verzweigt. Mitunter findet sich gleich am Ursprung dorsal und ventral um den *N. mandibularis* eine Verbindung mit der naheliegenden kaudoventralen Ecke des Rete (Fig. II) vor. Auch gehen in vereinzelt Fällen Ästchen in orolateraler Richtung mit dem *N. lingualis* über den *M. pterygoides medialis* zur *Glandula buccalis dorsalis* und bis in den *M. palatoglossus*. Der Stamm der *A. temporalis profunda caudalis* steigt im *M. temporalis dorsal* an. Ein medialer Ast läuft unter dem *Processus postglenoidalis* in die mediale Partie des genannten Muskels, wo er sich verästelt. Der laterale Ast schlägt sich um den kaudalen Rand des *Processus coronoideus* der *Mandibula*, verzweigt sich mehr im lateralen Teil des *M. temporalis* und gibt Äste bis in den dorsalen Rand des *M. masseter*. Zweimal zieht ein stärkerer Endast der Unterfläche des *Arcus zygomaticus* entlang, um eine Anastomose mit der *A. buccinatoria* zu bilden.

Ziemlich regelmäßig schickt die *A. maxillaris interna* vor der Bildung des Rete ein schwaches Ästchen an den Grund der *Bulla ossea* in deren Periost (Fig. II m d).

Das *Rete mirabile A. maxillaris internae* (*me*) stellt man sich am besten vor als eine quadratische Platte mit kaudoventraler und kaudodorsaler, sowie oroventraler und orodorsaler Ecke und mit einem dorsalen, oralen, ventralen und kaudalen Rande. Diese Platte ist derart orientiert, daß sie eine der Augenmuskelpyramide anliegende Innenfläche und eine dieser abgekehrte Außenfläche erkennen läßt. Sie liegt zum größten Teil außen der Periorbita (lateral und dorsal) an; nur die am meisten bulbushwärts gelegenen Teile (orodorsale Ecke und benachbarte Gebiete des oralen und dorsalen Randes, Fig. III—VI a) schieben sich durch einen Spalt in die häutige Umhüllung des Bulbus und seiner Nebenorgane ein. Die so gedachte quadratische Platte zerfällt durch die kaudoventrale Diagonale in ein kaudodorsales (hirnseitiges) und ein oroventrales (hirnabseitiges) Dreieck. Das letztere steht in der Sagittalen und legt sich, selbst lateral vom *M. temporalis* bedeckt, dem Ursprungsteil der Augenmuskeln lateral an, während das

hirnseitige Dreieck, etwa rechtwinklig über die Muskelpyramide des Bulbus hinweg gegen die Medianebene abgebogen, sich zwischen die Periorbita und die knöcherne Schädelkapsel einschiebt und demnach mehr oder weniger in die Transversale fällt. In der Seitenansicht ist demnach das Rete als dreieckiger Körper zu sehen (Fig. II). Die Lage des Rete mirabile wird sich folgendermaßen beschreiben lassen:

1. *Kaudovertrale* Ecke, ventral vom Foramen ovale gelegen, in welche die A. maxillaris interna eintritt; dieser Teil des Rete liegt extraorbital<sup>1)</sup>.
2. *Kaudodorsale* Ecke (hirnseitig), die sich in medialer Richtung dorsal um den N. maxillaris schlägt und dann zwischen diesem und dem durch die Fissura orbitalis austretenden Nervenbündel durch die Augenhöhlenspalte zur Schädelhöhle als distale Rete-äste sich fortsetzt. Dieses hirnseitige Dreieck des Rete ist mit seiner Außenfläche der knöchernen Schädelkapsel direkt angelagert, mit der Innenfläche dagegen dem Muskelkegel aufgelegt. Das ganze Dreieck liegt extraorbital.
3. *Orodorsale* Ecke; in ihrer Nachbarschaft entspringen intraorbital<sup>2)</sup> die eigentlichen Bulbusgefäße (Fig. III—VI a).
4. *Oroventrale* Ecke, extraorbital gelegen, mit Fortsetzung in die A. maxillaris interna, in deren Nähe auch der Abgang der A. temporalis profunda nasalis und der A. buccinatoria erfolgt.

Vom ventralen Rande des Rete schlägt sich ein Zipfel ventral um den N. maxillaris auf dessen ventromediale Seite um, so daß der Nerv tatsächlich allseitig vom Gefäßnetz umhüllt ist (Tandler). Von hier durchbohren zwei Endäste die Periorbita, auf die ich bei der Beschreibung der Bulbusgefäße zu sprechen komme.

Im folgenden bespreche ich nun die aus dem Rete tretenden Nebenäste und teile sie ein in solche, die das Wundernetz außerhalb der Periorbita verlassen, und solche, die intraorbital<sup>2)</sup> entspringen. Die Reihenfolge in der Besprechung entspricht auch derjenigen des Ursprunges am Präparat in distaler Richtung vorschreitend.

<sup>1)</sup> Gemeint ist hier ausserhalb der Periorbita.

<sup>2)</sup> Gemeint ist hier innerhalb der Periorbita, von dieser eingeschlossen.

Als erster der Äste, die *extraorbital* aus dem Rete hervorgehen, ist die *A. meningeae media* aus der hirnseitigen Wand der kaudodorsalen Ecke zu erwähnen. Es handelt sich hier um ein sehr dünnes Gefäßstämmchen, das entlang dem orodorsalen Rande des *N. mandibularis* durch das Foramen ovale ins Schädelkavum zieht.

In drei Fällen entspringt die *A. meningeae media* aus der kaudalen Wand der *A. maxillaris interna*, gerade bevor diese in das Rete übergeht. Im Schädelkavum verläuft das Gefäß in der Dura mater dorsal und kaudal in die Gegend des Schläfenlappens. In einem besonderen Fall schickt die *A. meningeae media* direkt nach ihrem Eintritt in die Schädelhöhle einen Verbindungsast dorsal über die Ursprungsstelle des *N. maxillaris* zum intrakraniellen Teil des Rete der Fissura orbitalis. Bei einem anderen Präparat ist diese Anastomose nur angedeutet durch ein feines Ästchen, das sich in der Scheide des *N. maxillaris* verliert.

Die kaudodorsale Ecke des Rete, die ja ebenfalls *extraorbital* liegt und sich über die dorsale Fläche des *N. maxillaris* schlägt, gelangt in Form von 8—10 gleichmäßigen, parallel nebeneinander laufenden, also nicht geflechtartig verbundenen Ästen, die nur hier und da durch Anastomosen kommunizieren, mit den *Nn. oculomotorius*, *trochlearis*, *ophthalmicus* und *abducens* durch die Fissura orbitalis in die Schädelhöhle. Ich muß aus vergleichenden Gründen diese Äste als die *distalen Reteäste* bezeichnen, da sie, wie schon oben erwähnt, durch die Augenhöhlenspalte hindurch in das intrakranielle Rete eintreten, das in Verbindung mit der *A. carotis interna* steht. Ich möchte deshalb das extradurale Netz der Schädelhöhle nicht einfach als intrakraniellen Teil des Rete arteriae maxillaris internae auffassen, wie es Tandler tut. Sie sind homolog dem Ramus anastomaticus des Hundes (C. Brückner).

Weiter entspringen eine Anzahl unregelmäßiger Ästchen sowohl aus der ventralen wie auch aus der lateralen Fläche des Rete. Die ventralen Gefäße ziehen in den unter dem Rete liegenden *M. pterygoideus medialis*, während diejenigen aus der lateralen Seite dorsal in den *M. temporalis* eintreten (Fig. II m f). Regelmässig tritt aus der ventralen Kante des Rete in der Gegend der orodorsalen Ecke, ebenfalls noch außerhalb der Periorbita, ein stärkerer Ast hervor, den ich als *Ramus pterygoideus (m g)* bezeichne. Er läuft in orolateraler Richtung über den *M. pterygoideus medialis* und verzweigt sich in dessen Dorsalfläche. Seine Endästchen ziehen bis in den Arcus palatoglossus.

In 2 Fällen entspringt der Ramus pterygoideus schon aus der A. maxillaris interna, direkt vor ihrer Aufteilung zum Rete. Am Ursprung vom N. alveolaris mandibulae bedeckt, zieht er nach er lateral vom N. lingualis nervi trigemini mit diesem in oroventraler Richtung über den M. pterygoideus medialis, biegt mit dem Nerven um den orolateralen Rand des Muskels ventral und gelangt so an dessen ventrale Fläche. Von dort verlaufen seine Endäste in den Arcus palatoglossus ein. Einmal ist der Ramus pterygoideus ein Nebenast der noch zu beschreibenden A. buccinatoria.

Die *A. temporalis profunda nasalis (mi)* verläßt das Netz an dessen oralem Rande. Ihr Ursprung liegt dorsal der Austrittsstelle der fortlaufenden A. maxillaris interna, sowie lateral an der Spitze und außerhalb des periorbitalen Kegels, über den sie dorsal ansteigt. Bei 2 Köpfen tritt die Arterie in 3 nebeneinanderliegenden Ästen aus dem Rete, während sie sonst als einheitlicher starker Stamm entspringt und erst später eine Dreiteilung erfährt. Ein *medialer* Ast löst sich im M. temporalis gegen die Schädeldecke auf. Der *dorsale* Ast verzweigt sich senkrecht im Muskel entlang dem oralen Rande des Processus coronoideus, während der *laterale* Ast um den oralen Rand dieses Fortsatzes auf dessen laterale Seite zieht.

Bei 2 Köpfen entläßt die Arterie beidseitig auch die A. buccinatoria, so daß von einem Trunkus für beide Gefäße gesprochen werden kann. Merkwürdigerweise besteht gerade an einem dieser Köpfe beidseitig noch eine weitere Ausnahme insofern, als die A. temporalis profunda nasalis einen Ast zwischen Processus zygomaticus des Stirnbeins und M. temporalis von hinten her über das Ligamentum orbitale auf die Gesichtsfläche entsendet, der gegen den temporalen Augenwinkel sich in seine Endäste, die Aa. palpebrae superior et inferior temporales, auflöst (s. S. 408).

Die *A. buccinatoria* (Fig. II mk) macht sich auch aus der oroventralen Ecke des Rete frei, und zwar lateral neben der Austrittsstelle der A. maxillaris interna. Sie zieht in orolateraler Richtung als starker Ast über den M. pterygoideus medialis zu der Glandula buccalis dorsalis (zygomatica) und ist lateral vom N. buccinatorius begleitet. Kurz bevor sie die Drüse erreicht, teilt sie sich in einen dorsalen und einen ventralen Ast. Nur in einem Fall findet diese Teilung bereits an ihrem Ursprung statt. Im Verlauf bis zu der dorsalen Backendrüse gibt die Arterie vereinzelte Ästchen in den M. pterygoideus medialis und den M. temporalis sowie in das extraorbitale Fett. Ihr *dorsaler Ast* steigt über die laterale Drüsenfläche, in die er Zweige gibt, an die mediale Fläche des Processus zygomaticus der Maxilla und schickt dort seine Endäste in den M. temporalis. Einer dieser Äste zieht

kaudal an die mediale Fläche des Arcus zygomaticus, wo er in 2 Fällen mit einem Endast der *A. temporalis profunda caudalis* sich verbindet. Der *ventrale Ast* gibt ebenfalls Zweige an die laterale Drüsenfläche, zieht an ihr vorbei zum vorderen Masseterrande, den er ungefähr auf der Höhe des Mundwinkels erreicht. Er schickt seine Endäste in den Arcus palatoglossus, in das Velum palatinum und in die lateralen Anteile des Zahnfleisches der Maxilla. Ein stärkerer Endast läuft hinter dem letzten Backenzahn über den dorsalen Rand der Mandibula und tritt dann am oralen Rand des *M. masseter* aus der Tiefe auf die Gesichtsfläche hervor zur Anastomose mit einem Ast der *A. facialis* (Fig. I h e). Die verschiedenen Ästchen für die *Glandula buccalis dorsalis* können auch in Form eines stärkeren Zweiges aus der *A. buccinatoria* in die laterale Drüsenfläche treten und sich dann erst in der Drüse verteilen.

Aus oroventraler Ecke des Rete tritt auch die *A. maxillaris interna* (Fig. II m l) wieder heraus, nachdem sie, wie oben erwähnt, das Rete durchdrungen hat, und läuft als 2 mm starker Stamm orolateral der Dorsalfläche des *M. pterygoideus medialis* entlang, eingeschoben in die Nische zwischen Muskel und Periorbitakegel. Die Arterie wird vom *N. infraorbitalis* begleitet, der im allgemeinen dorsomedial von ihr liegt, und gibt vereinzelte Ästchen in den Flügelmuskel und in die Nervenscheide. Wenige Millimeter kaudal vom *Processus pterygoideus* der Maxilla, etwa auf der Höhe des kaudalen Randes des letzten maxillaren Molaren, löst sie sich in ihre Endäste auf, d. h. sie wird nach Abgabe des Trunkus der *A. sphenopalatina* und *A. palatina major* sowie der *A. palatina minor* zur *A. infraorbitalis* (Fig. II o).

Im weiteren sind die Aeste des Rete zu beschreiben, die *intra-orbital*<sup>1)</sup> das Wundernetz verlassen. Der ventrale Rand des oroventralen Dreieckes des Wundernetzes entsendet, wie oben gesagt, einen Fortsatz, der um den ventralen Rand des *N. maxillaris* auf dessen mediale Seite sich umschlägt und dort, allmählich spitzer werdend, derart dorsal aufsteigt, daß er die Periorbita durchbohrt und an die laterale Fläche des Ansatzes der Bulbusmuskeln tritt, wo er schließlich zu zwei Ästchen zusammenfließt. Diese beiden Ästchen verlaufen mit-

<sup>1)</sup> Siehe Fußnote Seite 412.

einander innen an der Periorbita um die ventrale Fläche des Ursprungsteiles der Augenmuskeln medial und gelangen so an die Außenfläche, d. h. an die mediale Fläche des *M. rectus nasalis*, nachdem sie sich vorher zu einem Gefäß vereinigt haben. Dieses Gefäß ist der *ventrale* der beiden *Rami anastomotici* der *A. ophthalmica interna* mit der *A. maxillaris interna*, deren ich oben bereits kurz Erwähnung getan habe.

Vom nasalen geraden Augenmuskel aus tritt das Gefäß an die ventrolaterale Seite des Sehnerven über und zieht an dieser schädelswärts, indem es mit dem Nerven zwischen den Ursprungsstellen der *Mm. rectus nasalis* und *rectus dorsalis* die Muskelpyramide verläßt, um dann in das Foramen opticum einzutreten, wo es, wie früher angeführt wurde, mit dem dorsalen Teil des *Ramus anastomoticus* sich vereint und in die *A. ophthalmica interna* eintritt.

In einem Fall zieht nur ein Ästchen des ventralen Randes vom oroventralen Dreieck des Rete als *Ramus anastomoticus ventralis* zum Sehnerven, während das andere Ästchen zum Muskelaste für die ventralen Bulbusmuskeln wird (siehe unten). Bei zwei anderen Präparaten fehlt der *Ramus anastomoticus ventralis* überhaupt, indem das aus der oroventralen Ecke des Rete tretende Gefäß im ganzen als *Ramus muscularis ventralis* zu den Bulbusmuskeln tritt; allerdings wird dann in beiden Fällen auch ein feines Ästchen zur *A. ophthalmica interna* entsendet, so daß ein dem *Ramus anastomoticus ventralis* entsprechendes Gefäß dennoch vorhanden ist.

Um ein klares Bild der Verbindung des Rete der *A. maxillaris interna* mit der *A. ophthalmica interna* resp. den beiden im Foramen opticum aus der *A. ophthalmica interna* austretenden *Rami anastomotici* geben zu können, muß ich die Besprechung des *Ramus anastomoticus dorsalis* hier einfügen, obwohl dieser der Lage seines Ursprunges gemäß erst später erwähnt werden sollte. Ich nenne diesen Teil der Verbindung des Rete mit der *A. ophthalmica interna* *Ramus anastomoticus dorsalis*, weil er seinen Ursprung in der orodorsalen Ecke des Rete, also intraorbital nimmt, um dann über die dorsale Fläche der *Mm. retractores* an die laterale Seite des Sehnerven zu gelangen, und zwar auf folgende Weise:

Zirka 1 mm hirnwärts des *Ramus bulbi* (siehe S. 421) kommt aus dem Bereich der orodorsalen Ecke des Rete ein Gefäßchen (Fig. III und IV e); dieses tritt zwischen dem *M. rectus dorsalis* einerseits und dem *M. rectus temporalis* und den *Mm. retractores* andererseits in den Muskelkegel ein. Hier zieht es in medialer Richtung über die Dorsal-

fläche der Mm. retractores und gelangt, etwa 1 $\frac{1}{2}$  cm retrobulbär gelegen, an die laterale Sehnervenfläche. Am Ursprung wird dieser Ast vom N. trochlearis dorsal überkreuzt. An der lateralen Seite des Sehnerven geht er schädelwärts und tritt mehr an die ventrale Seite des Nerven. Vorher noch schickt er ein feines Ästchen quer über die Dorsalfläche des Sehnerven (Fig. III und IV e a) zum feinmaschigen Netz, das die A. ophthalmica interna mit den Rami musculares an der medialen Sehnervenfläche bildet (siehe unten). Der Stamm des Ramus anastomoticus dorsalis (Fig. III und IV e b) aber zieht dem ventrolateralen Rande des Sehnerven entlang ins Foramen opticum, wo er sich mit dem Ramus anastomoticus ventralis vereinigt, um dann in die A. ophthalmica interna einzutreten. Vor dem Eintritt ins Foramen gibt er feine Ästchen in die Periorbita. In einem Fall ist nur der eben erwähnte, quer über die Dorsalfläche des Sehnerven zum feinen Netz der A. ophthalmica interna ziehende Ast ausgebildet.

Der *Ramus muscularis ventralis* verlässt das Rete aus den mittleren Teilen des oralen Randes, die bereits intraorbital liegen, direkt an der lateralen Seite des Ursprungs des M. rectus temporalis. Er geht als starkes Gefäß (einmal in Form von 2 Ästen, die sich aber bald vereinigen) in oromedialer Richtung zwischen M. rectus temporalis und M. rectus ventralis in den Muskelkegel. Hier beschreibt er einen Bogen über die Ventrale medial und dorsal um die Mm. retractores herum, bis er an die dorsomediale Seite des N. opticus gelangt. Dort bilden seine Endäste ein feinmaschiges Netz mit den Endästen des Ramus muscularis dorsalis, der die obere Hälfte der Retraktorengruppe im dorsomedialen Bogen umschließt, und mit der A. ophthalmica interna (Fig. III d), sowie dem dorsalen Zweig des Ramus anastomoticus dorsalis (Fig. III und IV d a). In seinem Verlauf vaskularisiert der Ramus muscularis ventralis sämtliche lateralen, ventralen und medialen Augenmuskeln; die Mm. recti erhalten ihre Äste von der Innenfläche her, die Mm. retractores von der Außenfläche. Die Arterie entspricht dem Ramus muscularis der A. ophthalmica externa des Hundes (Brückner). Einer der Äste, der am ventralen Rand des M. retractor nasalis entlang läuft, tritt an dessen Sehne auf den ventronasalen Quadranten des Bulbus über und ist in der Sklera, verdeckt durch die Drüse des

dritten Augenlides, als *A. ciliaris anterior ventralis* bis an die Sehneninsertion des *M. rectus ventralis* zu verfolgen; auch das entspricht bis zu einem gewissen Grade den Verhältnissen des Hundes.

Aus dem Netz, das die beiden Rami musculares mit der *A. ophthalmica interna* an der dorsomedialen Sehnervenfläche bilden, ziehen feine Ästchen kaudalwärts in die Duralscheide des *N. opticus*. In einem Fall steigen auch solche zwischen den *Mm. retractores dorsalis* und *M. rectus dorsalis* über den medialen Rand des oberen geraden Augenmuskels an diesen und an den *M. levator palpebrae superioris* und bedingen so eine indirekte teilweise Vaskularisation der dorsalen Augenmuskeln durch den ventralen Muskelast. Aus dem Ursprung des *Ramus muscularis ventralis*, in 2 Fällen jedoch gesondert neben ihm aus dem *Rete*, zieht ein Ästchen direkt unter der *Periorbita* bulbuswärts entlang dem ventralen Rande des *M. rectus temporalis*, der hin und wieder einen Zweig erhält. Es mündet in den kaudalen Rand des *M. obliquus oculi ventralis* und gibt auch ein Ästchen in dessen Fettpolster.

Die *A. lacrimalis* (Fig. II mh) kommt aus der orodorsalen Ecke des *Rete* und zieht direkt unter und zum Teil in der *Periorbita* bulbuswärts entlang dem dorsalen Rande des *M. rectus temporalis*. Sie ist begleitet vom gleichnamigen Nerven und mündet ungefähr auf der Höhe des Äquators des Bulbus in die Bulbusfläche der Tränendrüse, in der sie sich ventral und dorsal verteilt. In einem Fall tritt ein solches Ästchen am lateralen Rande der Drüse wieder hervor und zweiteilt sich etwa  $\frac{1}{2}$  cm kaudal vom temporalen Augenwinkel. Ein Ästchen steigt in medialer Richtung über die dorsale Fläche des Bulbus in den Ansatz des *M. levator palpebrae superioris* und in die daruntergelegenen Partien der Konjunktiva. Das andere Endästchen zieht in der Konjunktiva zum temporalen Augenwinkel als Ersatz der *A. angularis oculi temporalis* der *A. palpebrae superioris temporalis* (siehe S. 408). In ihrem Verlauf gibt die *A. lacrimalis* feinere Ästchen in die *Periorbita* und in umliegendes Fettgewebe. Entweder mit der *A. lacrimalis* oder wenig dorsal von ihrem Ursprung treten aus dem *Rete* feine Ästchen, die direkt unter der *Periorbita* in dorsomedialer Richtung über die Muskelpyramide ziehen und sich an der Außen-



fläche der Mm. levator palpebrae superioris, rectus dorsalis und obliquus oculi dorsalis und im Fett verteilen.

Ebenfalls intraorbital entspringt aus orodorsaler Ecke des Rete, wenig dorsal von der A. lacrimalis, die *A. ophthalmica externa* (Fig. 3, 5 und 6 b); in einem Fall mit 2 Wurzeln, die sich bald vereinigen. Sie verläuft in 5 von 10 Fällen direkt unter der Periorbita im Bogen quer über die dorsale Fläche des Gesamtmuskelkegels zur medialen Wand der Orbitalhöhle. Auf der Höhe des ventralen Randes des M. obliquus oculi dorsalis durchbohrt sie die Periorbita und tritt sofort, begleitet vom gleichnamigen Nerven, als *A. ethmoidalis externa*<sup>1)</sup> in das Foramen ethmoidale. Noch innerhalb der Periorbita gibt die *A. ophthalmica externa* feinere Zweige in diese sowie in die Mm. rectus dorsalis, obliquus dorsalis und levator palpebrae superioris. Bei 2 Präparaten liegt ihr Ursprung zwischen demjenigen des Ramus muscularis dorsalis und des Ramus bulbi. Hier liegt sie im Verlauf bulbwärts vom Ramus bulbi und geht mit diesem zwischen M. rectus temporalis und M. rectus dorsalis in den Muskelkegel. Dann überkreuzt sie dorsal mit dem Ramus bulbi die Retraktorengruppe und den N. opticus und tritt zwischen M. rectus dorsalis und M. rectus nasalis auf die Außenfläche des letzteren, von wo sie dann unter dem M. obliquus oculi dorsalis an dessen ventralen Rand gelangt. Hier durchbohrt sie die Periorbita und wird zur *A. ethmoidalis externa*. Auffallenderweise entspringt bei einem Kopf auf beiden und bei einem anderen auf einer Seite die *A. ophthalmica externa* (Fig. IV b) nicht aus dem Rete, sondern mit dem noch zu beschreibenden Ramus bulbi, also unter dem M. rectus dorsalis, so daß sie auch hier quasi durch den Muskelkegel hindurchdringt. Demnach läuft in meinen Fällen die *A. ophthalmica externa* bei 50 % über, bei 50 % durch den Muskelkegel zum Foramen ethmoidale. In einem besonderen Fall der Gruppe II gibt die *A. ophthalmica externa* als weitere Ausnahme den Truncus ciliaris posterior nasalis des Ramus bulbi ab (Fig. VI c a). Ich werde diese Ausnahmefälle später einer näheren Berücksichtigung würdigen. Als *A. ethmoidalis externa* tritt die fortlaufende Arterie durch das Foramen ethmoidale

<sup>1)</sup> Ich schließe mich in der Nomenklatur der Aa. ethmoidales dem Vorschlage Brückners an.

sofort in die Dura der lateralen Fläche des Bulbus olfactorius. In einem Falle nimmt sie genau vor ihrem Eintritt in das Foramen ethmoidale ein ganz schwaches Gefäß auf. Dieses kommt aus der Verbindungsstelle der A. ophthalmica interna mit dem Ramus anastomoticus an der ventromedialen Seite des Sehnerven bei dessen Austritt aus dem Foramen opticum und läuft entlang dem ventralen Rande des M. obliquus oculi dorsalis, direkt unter der Periorbita, zum Foramen ethmoidale. Am Grunde der Siebbeinplatte teilt sich die A. ethmoidalis externa in einen ventralen und einen dorsalen Ast. Der *ventrale* Ast ist schwächer. Er tritt sofort in feiner Verästelung durch die Siebbeinplatte in die ventralen Siebbeinzellen, oder aber er wird ersetzt durch mehrere feinere horizontal gegen die Siebbeinplatte verlaufende Stämmchen. Rückwärts bestehen in der Dura feine Anastomosen mit Duralästchen der A. ethmoidalis interna. Der *dorsale* Ast steigt in der Dura kaudodorsal über die laterale Fläche des Bulbus olfactorius, direkt kaudal an der Umrandung der Siebbeingrube. Er verbreitet sich dabei mit feinen Ästchen auf die dorsale Partie des Bulbus und schickt im Verlauf oralwärts durch die Siebbeinplatte feine Gefäße in die Siebbeinzellen. Dorsal des Bulbus olfactorius ziehen einige Endästchen über diesen an dessen mediale Fläche und verbinden sich dort mit Zweigen der im Spalt aufsteigenden A. ethmoidalis interna (siehe im übrigen oben).

Der *Ramus muscularis dorsalis* entspringt in 2 Ästen, die sich in 2 Fällen bald vereinigen, sonst aber getrennt weiterziehen, aus der orodorsalen Ecke des Rete. Ein Ast tritt bald in die dorsale Hälfte der medialen Fläche des M. rectus lateralis. Dieser Ast entspringt auch einmal aus dem Ursprungsteil der A. lacrimalis. Der andere stärkere Ast des Ramus muscularis dorsalis tritt bulbuswärts vom Ramus bulbi sofort zwischen den M. rectus dorsalis und M. retractor dorsalis in den Muskelkegel ein, überkreuzt dann die dorsale Fläche der Retraktorengruppe in oromedialer Richtung und endet in der Innenfläche der dorsalen Hälfte des M. rectus nasalis, wo er mit den Endästen des Ramus muscularis ventralis und mit der A. ophthalmica interna das bereits früher besprochene feinmaschige Netz am Sehnerven bildet. Er überkreuzt dabei auch den Ramus

bulbi und den Sehnerven und geht unter dem N. trochlearis hindurch. In seinem Verlauf gibt er einen starken Zweig an die Innenfläche des M. rectus dorsalis und in den M. levator palpebrae superioris. Ferner schickt er fast immer ein feines Ästchen auf der Höhe des Sehnerven über den Ramus bulbi an dessen hirnseitigen Rand, an dem entlang es wieder in das Rete zurückläuft. Auch mehrere Zweige in die Scheide des N. opticus, die bis in den Circulus arteriosus nervi optici zu verfolgen sind, gibt er ab und solche quer über die Dorsalfläche des Sehnerven zur A. ophthalmica interna.

Das stärkste Gefäß, das intraorbital, ebenfalls im Bereiche der orodorsalen Ecke, aus dem Rete hervorgeht, ist der *Ramus bulbi* (Fig. III c). An seinem Ursprung liegt er hirnwärts vom N. trochlearis. Dieser überkreuzt ihn dann dorsal, bevor er den N. opticus erreicht. Der Ramus bulbi tritt sofort zwischen dem M. rectus dorsalis einerseits und dem M. rectus temporalis und den Mm. retractores andererseits in die Muskelpyramide ein. Hierauf überkreuzt er bei typischer Ausbildung, wie sie die Fig. III zeigt, die Dorsalfläche der Retraktorengruppe, bis er an den Sehnerven gelangt. Auch den Nerven, der von den Retraktoren hier nicht allseitig umgeben wird, wie sich die Schulmeinung herausgebildet hat, überquert er, zirka 1 cm retrobulbär, um an dessen medialer Fläche einige Millimeter bulbuswärts zu schreiten. Dann teilt er sich noch an der medialen Fläche des N. opticus in die beiden Ziliarstämme, ungefähr 5—7 mm vom Bulbus entfernt. Der *Truncus ciliaris posterior nasalis* (Fig. III ca) läuft dorsomedial dem Sehnerven entlang zum Bulbus, gewissermaßen als direkte Fortsetzung des Ramus bulbi. Dann tritt er unter Bildung eines kleinen Bogens an die Sklera, und zwar genau im nasalen Meridian. Er senkt sich sofort zur Hälfte in die Sklera ein und wird zur *A. ciliaris posterior longa nasalis* (cb), die bis unter die Ansatzstelle des M. rectus medialis auf der Höhe des Äquator des Bulbus zu verfolgen ist.

Der stärkere *Truncus ciliaris posterior temporalis* (cc) überkreuzt in orolateraler Richtung die Ventralfläche des N. opticus, um ebenfalls unter Bildung eines kleinen Bogens von der lateralen Fläche des Sehnerven auf die Sklera überzutreten. Nun zieht er, als *A. ciliaris*

*posterior longa temporalis* (ce) in die Sklera eingelassen, bis unter das Ende der Sehne des *M. rectus temporalis*.

Während der *Truncus ciliaris posterior temporalis* über die ventrale Fläche des Sehnerven verläuft, gibt er aus der bulbusseitigen Wand am ventromedialen Rande des Nerven einen medialen Ast für die ventrale Umrandung des Sehnerven, und am ventrolateralen Rand einen lateralen Ast auch für die ventrale Umrandung des *N. opticus*. Diese Äste für den *Circulus arteriosus nervi optici* (cd) bilden zusammen ein feines Rete auf der ventralen Fläche des Sehnerven, kurz bevor dieser in den Bulbus eintritt. Es können aber auch nur ein Ast oder 3—4 nebeneinanderliegende Gefäße (Fig. IV cd) zur Bildung dieses *Circulus arteriosus nervi optici* aus dem *Truncus ciliaris posterior temporalis* treten. In einem Falle (Fig. VI cd) gehen auch Zweige um den medialen Sehnervenrand auf die dorsomediale Umrandung des Sehnerven, auch als Teil des *Circulus arteriosus nervi optici*. Mit blossem Auge sichtbare *Aa. ciliares posteriores breves nasales et temporales* fehlen, wie beim Hunde (Brückner). In 2 Fällen ist der *Ramus bulbi* stärker als gewöhnlich. Sein Verlauf und seine Endteilung sind jedoch unverändert. Bei der Überkreuzung der dorsalen Fläche des *N. opticus* entläßt er aber aus der konvexen Wand in der Tiefe zwischen *M. rectus dorsalis* und *M. rectus nasalis* die *A. ophthalmica externa* als ziemlich schwaches Gefäß (Fig. IV b). Diese tritt zwischen den genannten Muskeln hervor, schlägt sich um die dorsale Kante des *M. rectus nasalis* auf dessen Außenfläche, wo sie unter den *M. obliquus oculi dorsalis* zu liegen kommt. Von hier tritt sie in medialer Richtung unter dem ventralen Rand des genannten Muskels hervor, durchbohrt die Periorbita und gelangt zum Foramen ethmoidale.

Eine größere Abweichung vom gewöhnlichen Befund zeigt der *Ramus bulbi* nur in einem Falle, dort aber beidseitig (Fig. V u. VI). Auf der linken Seite tritt er an der üblichen Ursprungsstelle hirnwärts der *A. ophthalmica externa* aus dem Rete, um sofort zwischen *M. rectus dorsalis* und *M. rectus temporalis* über die Retraktorengruppe an den dorsolateralen Rand des Sehnerven zu treten, ca. 1 cm kaudal vom Bulbus. Aber bereits hier teilt er sich in seine beiden Endstämme (Fig. Vc). Der *Truncus ciliaris posterior nasalis* (ca) läuft als schwächeres Gefäß schräg bulbuswärts über die dorsale Fläche des *Nervus opticus* an dessen dorsalen Rand und diesem entlang zur Sklera, wo er als *A. ciliaris posterior longa nasalis* in gewöhnlicher Weise über den Bulbus zieht. Der *Truncus ciliaris posterior tempo-*

ralis (cc) aber geht direkt am lateralen Rande des Sehnerven weiter gegen den Bulbus und gibt ca. 5 mm kaudal von diesem ein Ästchen ab, das auf der ventralen Sehnervenfläche sich in kleine Zweige auflöst, die den *Circulus arteriosus nervi optici* bilden. Der Endstamm des Truncus tritt als *A. ciliaris posterior longa temporalis* auf die Sklera über. Rechterseits liegen die Verhältnisse folgendermaßen. Ebenfalls aus orodorsaler Ecke des Rete hinwärts der *A. ophthalmica externa* tritt der „*Ramus bulbi*“ (Fig. VIc) etwas schwächer als sonst zwischen *M. rectus dorsalis* und *M. rectus temporalis* in die Muskelpyramide, überkreuzt die Retraktorengruppe und gelangt ca. 1 cm kaudal vom Bulbus an den lateralen Rand des *N. opticus*. Hier zieht er als *Truncus ciliaris posterior temporalis* (cc) diesem entlang bulbuswärts, um dann als *A. ciliaris posterior longa temporalis* auf die Sklera einzutreten. Ungefähr 6 mm, bevor er den Bulbus erreicht, schickt er entlang dem ventrolateralen Rande des Nerven einen Zweig zur Bildung des Zinnischen Plexus (siehe oben). Der *Truncus ciliaris posterior nasalis* (ca) nimmt seinen Ursprung in diesem Falle nicht aus dem „*Ramus bulbi*“, sondern aus der *A. ophthalmica externa*, dort wo diese, bedeckt vom *M. rectus dorsalis*, über den dorsomedialen Rand des *N. opticus* hinwegläuft, ebenfalls ca. 1 cm retrobulbär. Er läuft entlang dem dorsomedialen Rand des Sehnerven zum Bulbus und tritt als *A. ciliaris posterior longa nasalis* auf die Sklera über, 3 mm nach Ursprung entläßt der Truncus einen Zweig auf den ventromedialen Rand des Sehnerven und diesem entlang in den *Circulus arteriosus nervi optici*, wo seine Endästchen mit den temporalen ein kleines Netz bilden. In diesen Zweig mündet die *A. ophthalmica interna* (d), vom *Foramen opticum* herkommend. Strenggenommen existiert hier also ein *Ramus bulbi* nicht. Die beiden Ciliartrunci entspringen gesondert. Somit erinnert dieser Fall an die Verhältnisse des Kaninchens, wie sie H. Virchow geschildert hat. Bis zu einem gewissen Grade zeigt auch ein Ausnahmefall Brückners beim Hunde ähnliches (4. Fall, S. 406).

Der ventromedialen Seite des Sehnerven entlang, diesem direkt aufliegend, kommt vom *Foramen opticum* her die *A. ophthalmica interna* (Fig. III d) als ein äußerst schwaches Gefäß, nachdem sie im *Foramen* den Stamm für die beiden *Rami anastomotici* abgegeben hat. (Über ihren Ursprung siehe Seite 386.) Sie zieht geschlängelt bulbuswärts, der medialen Fläche des Nerven folgend. Hirnseitig des *Ramus bulbi* durchzieht sie das feinmaschige Netz der *Rami musculares*, mit diesen Anastomosen bildend (Fig. III da). Hierauf geht sie dem *Ramus bulbi* resp. dem *Truncus ciliaris posterior temporalis* entlang auf die ventrale Sehnervenfläche, wo sie dann meistens in die kaudale Wand des temporalen Ciliartruncus fließt.

In zwei Fällen zieht die *A. ophthalmica interna* an der ventralen Nervenfläche über den *Truncus ciliaris posterior temporalis* hinweg, um in den *Circulus arteriosus nervi optici* sich einzusenken (Fig. IV d). In einem anderen Fall kommt sie mit 2 parallelen Stämmchen aus dem kleinen Rete auf der dorsomedialen Sehnervenfläche hervor und

zieht ventral dem Ramus bulbi entlang bulbuswärts. Der laterale Zweig überkreuzt den Truncus ciliaris posterior temporalis und ergießt sich in den Circulus arteriosus nervi optici, während der mediale in den genannten Truncus mündet. Bei demjenigen Präparat, bei welchem der Truncus ciliaris posterior nasalis gesondert aus der A. ophthalmica externa entspringt (siehe Ramus bulbi und Fig. VI), verläuft die A. ophthalmica interna auch am ventromedialen Rande des Sehnerven, mündet aber in den obenerwähnten, nasalen Zufluss zum Zinnischen Plexus. In 2 Fällen fehlt der Teil der A. ophthalmica interna vom kleinen Rete auf der Dorsalfläche des Sehnerven bis zum Foramen opticum (Fig. IV d). Das Blut zirkuliert hier durch den ventralen und dorsalen Schenkel des Ramus anastomoticus dorsalis.

Als Fortsetzung und zugleich eigentlicher Endstamm der A. maxillaris interna ist die A. *infraorbitalis* (Fig. II o) zu bezeichnen. Sie verfolgt die alte Richtung der inneren Kieferarterie weiter, indem sie über den orolateralen Rand des M. pterygoideus medialis auf die ventrale Fläche der Orbitalhöhle tritt, wo sie in das periorbitale Augenfett eingebettet ist. Ungefähr auf der Höhe des ersten Molaren der Maxilla tritt die Arterie durch das Foramen infraorbitale, um sich auf der Gesichtsfläche des Oberkiefers in ihre Endäste aufzulösen (Fig. I). In ihrem Verlauf wird sie erst dorsomedial, dann rein medial vom gleichnamigen Nerven begleitet. Er schreitet dorsal über den Truncus der Aa. sphenopalatina und palatina major und gibt dabei medial den N. sphenopalatinus und lateral über die A. infraorbitalis die Rami alveolares superiores maxillares an die Innenfläche des Tuber maxillare ab. Der N. infraorbitalis teilt sich schon vor dem Durchtritt durch das Foramen infraorbitale in seine Endäste. Die Nn. nasales externi gehen dorsomedial der Arterie durch das Foramen, während der Ramus labialis superior die Arterie lateral überkreuzt und ventral von ihr dahinzieht. Während ihres Verlaufes bis zur ventralen Fläche der Orbitalhöhle gibt die A. infraorbitalis unregelmäßige Ästchen in die mediale Fläche der Glandula buccalis dorsalis, in das umliegende Fettgewebe und in die Nervenscheiden, sowie zur Hauptsache in das Periost der Maxilla (Fig. II o a) bis in die Nähe des Foramen infraorbitale. Vereinzelte Ästchen dringen zum Teil

durch feine Foramina bis zu den Alveolen der Maxilla als *Rami dentales* der Backenzähne. Ungefähr 8 mm kaudal vom Foramen infraorbitale tritt ein stärkeres Stämmchen aus der ventralen Wand der A. infraorbitalis. Es ist dies die A. *alveolaris incisiva*. Sie ist bedeckt vom N. infraorbitalis und tritt nach kurzem oralen Verlauf in das Foramen alveolare incisivum ein, in welchem sie zu den Alveolen der Dentes canini und incisivi zieht.

Etwa 3 mm distal verläßt die A. *malaris (ob)* lateral vom Ursprung des M. obliquus oculi ventralis die dorsale Wand der A. infraorbitalis. Sie überschreitet oromedial den N. infraorbitalis und zieht in einem kleinen Bogen dorsal an die Insertionsstelle des genannten Muskels, wobei sie in Fett eingebettet ist. Schon kurz nach ihrem Ursprung entläßt die A. malaris aus der Konvexität des Bogens die A. *dorsalis nasi* (Fig. I und II o b a), welche, auf der A. infraorbitalis gelegen, mit dieser durch das gleichnamige Foramen zieht, um sich auf der Gesichtsfläche gegen den Nasenrücken hin zu verästeln. Nur in einem Fall konnte ein Ästchen bis zur Nasenöffnung verfolgt werden. Auch in den Ansatz des M. obliquus oculi ventralis und in das extraorbitale Fett schickt die A. malaris 1—2 feine Ästchen. Sofort nachher entläßt sie aus oraler Wand die A. *palpebrae tertiae*. Diese geht am ventralen Rande der Nickhautdrüse lidrandwärts, um dorsal in das dritte Augenlid und dessen Drüse umzubiegen. Mit langen Ästchen versorgt sie das gesamte dritte Lid, sowie auch die Nickhautdrüse. Ein dorsaler Endast geht sogar in der Conjunctiva fornicis bis nahe an die Endsehne des M. obliquus oculi dorsalis. Ein anderer, ventraler Ast, der an der Eintrittsstelle der A. palpebrae tertiae seinen Ursprung nimmt, versorgt die nasalen Partien des M. tarsalis und der Conjunctiva fornicis des Unterlides. Der Endast der A. malaris zieht schräg dorsal über die Außenseite der Nickhautdrüse gegen den nasalen Augenwinkel und zweiteilt sich zirka 1 cm entfernt von demselben, direkt der medialen Knochenwand der Orbitalhöhle aufliegend, in die nasalen Lidarterien.

Die A. *palpebrae superioris nasalis* (Fig. I o b b) steigt entlang dem oralen Rand der Nickhautdrüse in den oberen Lidrand und zieht in diesem gegen den temporalen Augenwinkel, um schließlich im

äußeren Drittel des Lidrandes Anschluß zur *A. palpebrae superioris temporalis* zu erhalten. Im Verlauf gehen feine Ästchen in die Basis des Lidrandes, sowie in die Lidkonjunktiva. Die Anastomosen mit der temporalen oberen Lidarterie (*Arcus tarseus sup. et inf.*) sind an anderer Stelle besprochen worden. Am Ursprung schickt die *A. palpebrae superioris* nasalis Ästchen in die Tränenkarunkel und in den häutigen Tränenkanal.

Der ventrale Endast der *A. malaris* läuft als *A. palpebrae inferioris nasalis* (*o b c*) zum nasalen Augenwinkel, wo er in die Basis des unteren Lidrandes eintritt. Er geht unter Abgabe von Haut- und Bindehautästchen entlang dem Lidrande ebenfalls bis fast zum temporalen Augenwinkel (vgl. temporale Lidarterien der *A. temporalis superficialis* S. 407).

Beim Austritt der *A. infraorbitalis* aus dem Foramen auf die Gesichtsfläche senkt sich aus ihrer ventralen Wand ein stärkeres Gefäß ventral in die Oberlippe hinab zur Gegend des Eckzahnes (Fig. I und II *o c*). Dort löst es sich in viele Endästchen auf, die teils kaudal mit solchen der *A. labialis superior*, teils oral mit der noch zu besprechenden *A. coronalis labii superioris* anastomosieren. Auch medial ziehen Ästchen ins Periost der lateralen Fläche des Oberkiefers und Zwischenkiefers, sowie ins Zahnfleisch in der Höhe des Inter-alveolarrandes.

Der fortlaufende Hauptstamm der *A. infraorbitalis* zieht gegen die Mitte der Oberlippe und bildet sich fächerartig verbreiternd in der Gegend der Sinushaare ein starkes Gefäßnetz (Fig. I *o f*). Darin fallen besonders zwei Gefäße durch ihre Stärke und Regelmäßigkeit auf. Die *A. lateralis nasi* (*o d*), die gegen die Spitze des Nasenrückens hin sich verbreitet, entsteht aus dem dorsalen dieser Äste. Der ventrale Ast läuft gegen den Eckzahn und biegt im ventralen Teil der Oberlippe in die nasale Richtung ein. Seine Endästchen ziehen in der Oberlippe bis zur Nasenspitze, wo sie mit den gleichen der anderen Seite zusammenfließen und so eine *A. coronalis labii superioris* (*o e*) bilden. Dabei gehen auch Ästchen dorsal zur Umrandung der Nasenöffnungen.

Indem die *A. maxillaris interna* ungefähr auf der Höhe des kaudalen Randes des letzten Molaren der Maxilla und noch auf dem



M. pterygoideus medialis gelegen zur A. intraorbitalis wird, gibt sie aus medialer Wand den starken *Trunkus* für die A. *sphenopalatina* und die A. *palatina major* ab. Dieser tritt sofort in nasomedialer Richtung unter dem N. infraorbitalis hindurch bis nahe zur medialen Wand der Orbita. Er verläuft anfänglich zwischen dem M. pterygoideus medialis und der ventralen Fläche der Periorbita, um sich nachher über dem orolateralen Rand des M. pterygoideus medialis und zirka 3 mm vor dem Foramen palatinum posterius in die A. *sphenopalatina* und die A. *palatina major* zu teilen. Der Trunkus besitzt eine Länge von 4—6 mm und gibt in seinem Verlauf über den M. pterygoideus medialis aus beiden Seiten unregelmäßige Ästchen in denselben, sowie in das umliegende Fettgewebe. In 2 Fällen zieht ein feines Ästchen aus der medialen Wand des Trunkus über die Dorsalfläche des M. pterygoideus medialis zur medialen Wand der Orbita, wo es sich kaudal entlang dem Ansatz des genannten Muskels in diesen, sowie in umliegendes Fettgewebe und in das Periost der Orbitalhöhlenwand auflöst, bis zum oralen Rand des großen Rete der A. maxillaris interna. Dabei gehen auch feine Zweige in die Nervenscheide eines am Muskelrand verlaufenden Astes des N. *sphenopalatinus*.

Die A. *sphenopalatina* biegt vom Trunkus in ventromedialer Richtung um die Ansatzstelle des oralen Randes des M. pterygoideus medialis ab zum Foramen sphenopalatinum, durch welches sie nach kurzem Verlauf in den Ductus nasopharyngeus eindringt, begleitet vom gleichnamigen Nerven. In ihrem Verlauf außerhalb des Foramen ist sie mit dem Nerven reichlich in Fett eingebettet. Sie gibt auch feine Zweige in dasselbe ab. In den Ductus nasopharyngeus eingetreten, wenig hinter dem Ende der ventralen Nasenmuschel, teilt sich die A. *sphenopalatina* in 2 Hauptäste. Der *mediale Ast* setzt die mediale Richtung des Hauptstammes fort bis zum Vomer. Dabei verästelt er sich im Dach des Ductus nasopharyngeus. In einem Fall schickt er ein feines Ästchen kaudalwärts bis in die Schleimhaut der Keilbeinhöhle. Der Hauptast zieht am Grunde des Vomer in diesem oral bis in dessen freien ventralen Rand, um von da aus dorsal in die Schleimhaut des Septum narium auszustrahlen. Hier bildet er

mit feinen Endästchen der *A. ethmoidalis interna* ein engmaschiges Rete. Der *laterale Ast* der *A. sphenopalatina* biegt sofort nach deren Eintritt in den Ductus nasopharyngeus rechtwinklig ab und läuft in der Seitenfläche des erwähnten Ganges oralwärts. Am ventrokaudalen Rand der ventralen Nasenmuschel schickt er Zweige in deren aborale Teile und in das Siebbeinlabyrinth. Ungefähr  $\frac{1}{2}$  cm distal entläßt er feine Ästchen, die sich orodorsal in einem feinen Netz über die laterale Fläche der ventralen Nasenmuschel ausbreiten. Der Endstamm des lateralen Astes zieht in der Seitenwand des ventralen Nasenganges weiter, indem er sich in dessen Schleimhaut auflöst, besonders entlang der Flügelfalte. Auch die mediale Fläche der ventralen Nasenmuschel, sowie ihre dorsale Hälfte werden von ihm vaskularisiert. Seine feinsten Endästchen umschließen zusammen mit denjenigen der *A. ethmoidalis interna*, sowie der *Aa. infraorbitalis* und *palatina major* die Nasenöffnung.

Die *A. palatina major* setzt gleichsam die alte Richtung des Trunkus fort, indem sie über den orolateralen Rand des *M. pterygoideus medialis* zum Foramen palatinum posterius zieht, begleitet vom gleichnamigen Nerven. In ihrem Verlauf, zirka 3 mm bis zum Foramen, gibt sie Ästchen in den genannten Muskel und in das umliegende Fettgewebe. Nachdem sie den Canalis palatinus passiert hat, tritt die Arterie an der ventralen Fläche des harten Gaumens durch das Foramen palatinum majus wieder hervor. Hier schickt sie gleich mehrere Ästchen rückwärts über den kaudalen Rand des harten Gaumens zu Anastomosen mit der *A. palatina minor*, während ihr Hauptstamm in oraler Richtung zur Fissura palatina zieht. Dabei ist er medial vom *N. palatinus* begleitet und liegt direkt auf der ventralen Fläche des Palatum durum, 7—8 mm vom Alveolarfortsatz der Maxilla entfernt. Im Verlauf gibt die *A. palatina major* zahlreiche Ästchen in das Periost des harten Gaumens, sowie in die sie bedeckende Mundhöhlenschleimhaut. Ferner gehen starke Ästchen ins Zahnfleisch der Molaren und des Eckzahnes. Ihre Endäste vereinigen sich bogenartig entlang dem inneren Schneidezahnrand mit denjenigen der *A. palatina major* der anderen Seite und vaskularisieren das Zahnfleisch der Schneidezähne. Auch gehen Ästchen durch die Fissura palatina

auf den Boden des ventralen Nasenganges, wo sie mit Endästen der *A. sphenopalatina* Anastomosen bilden.

Die *A. palatina minor* (Fig. II n) tritt aus der ventrolateralen Wand der *A. maxillaris interna* etwa auf gleicher Höhe wie der Trunkus für die *A. sphenopalatina* und *A. palatina major*. Einmal entspringt sie sogar aus diesem. Sie senkt sich sofort in ventrolateralem Bogen um den lateralen Rand des *M. pterygoideus medialis* gegen den *Processus pterygoideus* der Maxilla, von wo sie entlang dem medialen Ursprungsrand des genannten Muskels kaudal zieht. Dabei gibt sie Zweige in diesen ab. Im übrigen ist sie dorsal im Gaumensegel gelegen, wo sie entlang dem ventralen Rande des senkrechten Teils vom Gaumen- und Flügelbein als stärkeres Gefäß bis zum Hamulus zu verfolgen ist. Aus der Konvexität des Bogens um den *M. pterygoideus medialis* gehen mehrere Äste in oraler Richtung auf die ventrale Fläche des harten Gaumens und anastomosieren mit Zweigen der *A. palatina major*. Im übrigen Verlauf verzweigt sie sich im Palatinum molle.

### Schlufsbetrachtung.

Im Anschluß an die vorhergehende, ausführliche Beschreibung der arteriellen Kopfgefäße der Katze, will ich hier eine übersichtliche Zusammenstellung der Hauptergebnisse meiner Untersuchungen folgen lassen.

#### I. *A. carotis communis*.

Sie läuft jederseits am dorsolateralen Rande der Trachea als zirka 3—4 mm starker Stamm kopfwärts, begleitet von den *Nn vagus* et *sympathicus*. Aus ihr entspringen folgende Gefäße:

1. Der starke *Ramus muscularis* für die Muskulatur der Kopfhälfte des Halses. Er entspringt auf der Höhe des kaudalen Larynxrandes und der Mitte des *Epistropheus* und tritt quer über den *M. longus capitis* in die Rinne, die dieser mit dem *M. scalenus* bildet. Dort verschwindet der Hauptstamm mit dem ventralen Ast des dritten Halsnerven in die tiefen Muskelschichten der Gegend des kaudalen Teiles des *Epistropheus*. Vorher gibt er

3 größere Nebenäste ab, die sich in alle dorsal und lateral gelegenen Halsmuskeln verteilen in kranialer und kaudaler Richtung. Mit dem zweiten Halsnerven geht aus einem kranialen Nebenast ebenfalls ein Zweig in die tiefen Muskeln in der Gegend des Atlasflügels, während auch ein kaudaler Nebenast mit dem vierten Halsnerven einen tiefen Muskelast in die Muskulatur der Halswirbelsäule schickt. Dieser *Ramus muscularis* ist in solcher Ausdehnung nur bei der Katze vorhanden und bis jetzt noch nirgends eingehend beschrieben worden. Nur Reichard und Jennings erwähnen ihn, jedoch ohne seinen Verlauf entsprechend der Größe und Ausdehnung näher zu behandeln.

2. Die *A. thyreoidea* verlässt die *A. carotis communis* auf gleicher Höhe wie der *Ramus muscularis*, nur aus ventraler Wand; er versorgt mit einem *medialen* Ast die mediale Seite der Drüse und mit einem *lateralen* die äußere Fläche. Der mediale Drüsenast gibt einen *Trunkus* für einen *Ramus trachealis* und einen *Ramus pharyngeus* ab, während der laterale Drüsenast einen *Ramus laryngeus* (*A. cricothyreoidea*, Brückner) entläßt.
3. Die *A. laryngea* versorgt die Muskeln und Schleimhaut des Kehlkopfes mit einem *ventralen* Ast als eigentliche *A. laryngea* und mit einem *dorsalen* Ast als *Ramus pharyngeus*.
4. Der *Trunkus* der *A. carotis interna*, der *A. occipitalis* und der *A. pharyngea ascendens* verläßt die *A. carotis communis* als letzter Nebenast auf der Höhe des kaudalen Randes des M. digastricus und überkreuzt sofort die laterale Fläche der Nn. vagus et sympathicus und des N. hypoglossus. Er schickt zuerst ab:
  - a) Die *A. pharyngea ascendens* mit ventralem und dorsalem Ast in die Wirbelwand des Schlundkopfes bzw. in die laterale Fläche des M. longus capitis.
  - b) Die *A. carotis interna* präsentiert sich als äußerst schwaches Gefäßchen, das in das Foramen lacerum posterius zieht. Tandler, dessen Schilderungen über die in ihrem Anfangsteil nur rudimentär vorhandene *A. carotis interna* sich bis auf einen Punkt ganz mit meinen Untersuchungen decken, läßt die innere Kopfarterie im Schädelkavum medial vom N. trigeminus

minus direkt in das daselbst gelegene arterielle Wundernetz einmünden, während indessen das Gefäß nach meinem Befunde nur indirekt mit dem intrakraniellen Rete mirabile in Verbindung steht, was aus folgendem ersichtlich ist: Von dem großen Wundernetz der A. maxillaris interna in der Orbitalhöhle tritt die dorsokaudale Ecke in Form der „*distalen Rete-äste*“ (Canova, K. Schmidt) durch die Fissura orbitalis in die Schädelhöhe; dort senken sich diese Zweige in das intrakranielle Rete ein (bei der Katze paarig, im Gegensatz zum Rind; K. Schmidt), das jederseits extradural zwischen der Hypophyse und der Wurzel des N. maxillaris ventral des N. ophthalmicus liegt. Nahe dem kaudalen Rande der Hypophyse macht sich aus diesem Netz ein 2 mm starkes Gefäß frei, das ich nach dem Vorgange anderer Autoren als *A. carotis cereбрalis* bezeichne. Sie läuft eine kurze Strecke kaudal und tritt in einem Bogen ventral und oral bis zum nasalen Hypophysenrande, wo sie dorsal aufbiegt, die Dura durchbohrt und sofort sich in den *Ramus nasalis* und *caudalis* teilt. In die kaudale Konvexität dieses Doppelbogens tritt die rudimentäre A. carotis interna ein, nachdem sie vorher am kaudalen Hypophysenrande einen Verbindungsast, die *A. intercarotica*, zur anderseitigen A. carotis interna geschickt hat. An der Endteilung der A. carotis cereбрalis in den kaudalen und nasalen Ast und am Ursprungssteile des Ramus nasalis gehen meist einige feine Ästchen oromedial über die ventrale Fläche des Chiasma opticum, die sich mit gleichen der anderen Seite verbinden und zum intrakraniellen Verbindungsast der Aa. ophthalmicae internae ziehen, diesen jedoch nicht immer erreichen. Somit ist auch bei der Katze vergleichend anatomisch und wahrscheinlich auch entwicklungsgeschichtlich die A. ophthalmica interna als ein Ast der A. carotis cereбрalis zu bezeichnen. Die *A. ophthalmica interna*, die aus dem intrakraniellen Verbindungsbogen jederseits ins Foramen opticum zieht und an der ventromedialen Seite des N. opticus verläuft, entläßt im Canalis opticus lateral einen starken Ast, der sich als *Ramus anasto-*

*moticus* sofort zweiteilt. Er bedeutet eine Verbindung zwischen der A. ophthalmica interna und dem mächtigen Rete der A. maxillaris interna in der Orbitalhöhle. Nachher zieht die A. ophthalmica interna als sehr schwaches Gefäß entlang dem ventromedialen Rande des Sehnerven durch das Foramen opticum bulbuswärts und mündet auf der ventralen Fläche des Nerven in den Truncus ciliaris posterior temporalis, resp in die Zuflüsse des Circulus arteriosus nervi optici. Aus der Konkavität der intrakraniellen Verbindungsbogen der beiden Aa. ophthalmicae internae tritt in der Medianebene ein Ast oral in die Spalte zwischen beide Bulbi olfactorii mit Anastomosen zu den Aa. ethmoidales externa und interna; es ist dies die unpaare A. *meningea nasalis*. Der nasale Endast der A. carotis cerebialis gibt lateral die A. *cerebri media* zur Fossa Sylvii und medial die A. *cerebri anterior*, bzw. A. *corporis callosi* ab, die ihrerseits, bevor sie dorsokaudal in der Tiefe der beiden Bulbi olfactorii verschwindet, aus nasaler Konvexität die A. *ethmoidalis interna* zur Siebbeinplatte entsendet. Tandler und Hofmann beschreiben zwischen den beiden Aa. corporis callosi einen Ramus communicans nasalis, während Reichard und Jennings, sowie Ellenberger und Baum nichts von einem solchen Gefäß erwähnen. Auch nach meinen Untersuchungen findet sich ein Ramus communicans nasalis bei der Katze nicht vor. Der kaudale Endast der A. carotis cerebialis mündet direkt vor der Brücke in die A. *basilaris cerebri*, die ihrerseits wieder durch den Endast der A. vertebralis, die A. *cerebrospinalis* (A. nervi spinalis I, Hofmann), gebildet wird. Die A. *vertebralis* gibt vor ihrem Eintritt in das Foramen intervertebrale des Atlas einen *Ramus muscularis* für die tiefen Genickmuskeln ab.

- c) Die A. *occipitalis* läuft entlang dem Processus jugularis als *Ramus occipitalis* an die Genickfläche des Kopfes. Sie gibt die A. *condyloidea* durch den Canalis hypoglossi in die Schädelhöhle. Ferner schickt sie den *Rami cervicales caudalis et nasalis* des Hundes (Brückner) entsprechende Ästchen ab in

die Muskulatur ventral vom Atlasflügel. Eine *A. meningea caudalis* fehlt der Katze ebenso wie der Schläfenkanal.

## II. *A. carotis externa.*

Ich bezeichne den Gefäßstamm vom Abgang des Trunkus für die *A. carotis interna* und die *A. occipitalis* bis zur Abgabe des Trunkus für die *A. transversa faciei* und die *A. temporalis superficialis* analog wie beim Menschen mit Tandler, Canova, K. Schmidt und Brückner als *A. carotis externa*. Sie gibt folgende Gefäße ab:

1. Die *A. lingualis* entspringt an der Kreuzungsstelle des *N. hypoglossus* und geht bis zur Zungenspitze. Sie gibt einen *Ramus tonsillaris* ab in die Gaumenmandel und einen *Ramus hyoideus* zur Verteilung im Ursprungsgebiet der Zungenmuskeln am Zungenbein bis in die ventrale Fläche des Kehlkopfes und in die *Epiglottis*.
2. Die *A. maxillaris externa* entspringt mit einem Ast für die *Glandula mandibularis* aus konvexer Wand des ersten Bogens, geht zwischen den *Mm. digastricus, masseter* und *styloglossus* oral und tritt nach Abgabe der *A. sublingualis* am oralen Masseterrand auf die Gesichtsfläche als *A. facialis*. Diese gibt die meist doppelte *A. labialis inferior* in die Unterlippe und die *A. anguli oris* zum Mundwinkel ab und läuft dann als *A. labialis superior* in die Oberlippe.
3. Die *A. auricularis magna* verläßt die *A. carotis externa* auf der Höhe der *Bulla ossea* und zieht dorsal am kaudalen Rand des knorpeligen Gehörganges, indem sie dabei die *A. stylomastoidea* zum *Cavum tympani* und den *Ramus massetericus* in die laterale Masseterfläche abgibt; der letztere kann auch aus der *A. carotis externa* selbst entspringen. Auf die laterale Ohrmuschelfläche gibt sie die beiden *Rami auriculares laterales primus et secundus* ab, während auf das Dorsum und an die mediale Fläche der Muschel der *Trunkus* für die *Rami auriculares intermedius et medialis* seine Endäste schickt. Ein *Ramus muscularis* geht in den Nackenteil der Auswärtszieher. Unter dem Gesäß tritt der *Ramus muscularis temporalis* sofort in den

Schläfenmuskel, und der Endstamm der großen Ohrarterie läuft als *A. auricularis profunda* zur Schildmuskulatur.

4. Der *Trunkus* für die *A. transversa faciei* und die *A. temporalis superficialis* gibt nach Entsendung eines *Ramus massetericus* einen *proximalen* und einen *distalen* dünnen Ast als *A. transversa faciei* ab, sowie eine *A. auricularis anterior* in die Nachbarschaft des Spaltwinkels der Ohrmuschel. Der Endast geht als *A. temporalis superficialis* nasal zum temporalen Augenwinkel, wo er sich auflöst, in die *A. palpebrae inferioris temporalis* und *A. palpebrae superioris temporalis* mit der *A. angularis oculi temporalis*.

### III. *A. maxillaris interna*.

Sie ist die direkte Fortsetzung der *A. carotis externa*, tritt an die mediale Fläche der Mandibula und läuft auf dem *M. pterygoideus medialis* in medialkonvexem Bogen oral, um sich im vorderen Teil der Fossa pterygopalatina in ihre Endäste zu spalten. In der Orbitalhöhle durchläuft sie ein mächtiges Wundernetz, auf das auch Tandler, Reichard und Jennings, sowie Ellenberger und Baum u. a. schon hingewiesen haben, das jedoch bis dahin noch keine erschöpfende Beschreibung erfahren hat. Am Grunde des Foramen ovale beginnt die *A. maxillaris interna* mit der Bildung dieses mächtigen *Rete mirabile*, das bis auf die Höhe des Foramen opticum reicht und den *N. maxillaris* vollkommen umgibt. Man kann es sich als eine quadratische Platte vorstellen mit kaudoventraler, kaudodorsaler, oroventraler und orodorsaler Ecke und mit entsprechenden Rändern. Die Innenfläche der Platte legt sich der Augenmuskelpyramide an, und die Außenfläche ist, soweit sie nicht dem Knochen anliegt, bedeckt vom *M. temporalis*. Die kaudodorsale Hälfte des Rete neigt sich nämlich als hirnseitiges Dreieck, etwa rechtwinklig gegen die Medianebene abgebogen, in die Transversale und liegt auf der Muskelpyramide, während die oroventrale Hälfte als hirnabseitiges Dreieck in der Sagittalen steht und lateral dem Ursprungsteil der Augenmuskeln sich anlegt. Sowohl ein Teil der orodorsalen wie der oroventralen Ecke des Rete liegt intraorbital<sup>1)</sup>, so daß aus dem Rete Gefäße innerhalb und außerhalb der Periorbita entspringen. Die *A. maxillaris interna* gibt ab:

<sup>1)</sup> s. S. 412. Fußnoten.



1. *Ramus* mit *medialem* Ast für das Mandibulargelenk und mit *lateralem* Ast für die äußere Kaumuskelgrube.
2. *A. alveolaris mandibulae* durchläuft den *Canalis alveolaris mandibulae* und tritt durch die *Foramina mentalia* auf die Außenseite des Kinns zur Bildung der *A. coronalis labii inferioris*. Im Kanal findet die Abgabe der *Rami dentales* für die Alveolen der Molaren und der *A. alveolaris incisiva mandibulae* zu den Alveolen der Schneidezähne und des Eckzahnes statt.
3. *A. temporalis profunda caudalis* für den kaudalen und lateralen Teil des *M. temporalis*.
4. *A. meningea media* aus extraorbitaler, kaudodorsaler Ecke des Rete durch das Foramen ovale ins Schädelkavum. Proximale Reteäste (wie bei Wiederkäuern; Canova, K. Schmidt) fehlen der Katze.
5. *Distale Reteäste* gehen aus kaudodorsaler Ecke des Maxillarisrete extraorbital hirnwärts über die dorsale Fläche des *N. maxillaris* als 8—10 gleichmäßige, parallel verlaufende Äste mit den Nn. oculomotorius, trochlearis, ophthalmicus und abducens durch die Fissura orbitalis in die Schädelhöhle zum Rete des Gebietes der *A. carotis interna* (siehe S. 431).
6. *Ramus pterygoideus* mit extraorbitalem Ursprung aus ventraler Kante des Rete zum medialen Flügelmuskel.
7. *A. temporalis profunda nasalis* in den Stirnteil des *M. temporalis*; ebenfalls extraorbital aus oralem Rande des Rete.
8. *A. buccinatoria* aus oroventraler Ecke des Rete mit extraorbitalem Ursprung. Sie zieht zur *Glandula buccalis dorsalis* mit Ästen in die *Mm. temporalis* und *masseter*, in *Velum palatinum* und *Arcus palatoglossus*, sowie in Zahnfleisch.
9. Fortlaufender Stamm der *A. maxillaris interna* aus oroventraler Ecke des Rete.
10. *Ramus anastomoticus ventralis* zur *A. ophthalmica interna*. Er kommt aus dem ventralen Rande des Rete, der zipfelartig ventral um den *N. maxillaris* sich herumlegt, und die Periorbita durchbohrt. Dann läuft er an der Ventralfläche des Ursprungsteiles der Augenmuskeln medial an die ventromediale Fläche des

- N. opticus und mit diesem ins Foramen opticum, wo er sich mit dem dorsalen Ramus anastomoticus verbindet und in die A. ophthalmica interna eintritt.
11. *Ramus anastomoticus dorsalis* zur A. ophthalmica interna. Er kommt aus orodorsaler Ecke des Rete (intraorbital und hirnseitig des Ramus bulbi) und gelangt über die Retraktorengruppe an die laterale Sehnervenfläche; einen Ast schickt er dorsal über den Sehnerven zu einem feinmaschigen Rete der Rami musculares oculi mit der A. ophthalmica interna, einen zweiten ventral zum Sehnerven ins Foramen opticum zum Ramus anastomoticus ventralis (siehe Nr. 10).
  12. *Ramus muscularis oculi ventralis* kommt intraorbital aus dem mittleren Teil des oralen Randes vom Rete. Er tritt zwischen M. rectus temporalis und M. rectus ventralis in den Muskelkegel und läuft im Bogen medial und dorsal unter den Retraktoren an die Innenfläche des M. rectus medialis und die dorso-mediale Seite des Sehnerven, wo er mit den Endästen des Ramus muscularis dorsalis und mit der A. ophthalmica interna ein feines Netz bildet. Er vaskularisiert sämtliche lateralen, ventralen und medialen Augenmuskeln und gibt ein Ästchen auf den ventro-nasalen Quadranten des Bulbus als *A. ciliaris anterior ventralis*.
  13. Die *A. lacrimalis* kommt aus orodorsaler Ecke und geht direkt unter der Periorbita bulbuswärts in die Tränendrüse.
  14. Die *ophthalmica externa* verläßt die orodorsale Ecke des Rete und geht ebenfalls unter der Periorbita entweder im Bogen quer über die dorsale Fläche des Muskelkegels, oder durch diesen hindurch zur medialen Wand der Orbitalhöhle, wo sie, nach Durchbohrung der Periorbita als *A. ethmoidalis externa* ins Foramen ethmoidale zieht zur Vaskularisation des gesamten peripheren Riechapparates, sowie der dorsalen Nasenmuschel.
  15. Der *Ramus muscularis oculi dorsalis* kommt intraorbital auch aus der orodorsalen Ecke in 2 Ästen und tritt zwischen M. rectus temporalis, der den einen Ast aufnimmt, und M. rectus dorsalis ein und über die Mm. retractores hinweg zur Innenfläche des M. rectus nasalis, wo er das feine Netz mit dem Ramus muscu-

laris ventralis bildet. Er gibt Äste in die Mm. rectus dorsalis und retractor dorsalis und levator palpebrae superioris, sowie zur A. ophthalmica interna.

16. Der *Ramus bulbi* ist der stärkste Ast, der intraorbital aus orodorsaler Ecke des Rete kommt. Er geht mit dem Ramus muscularis dorsalis in oromedialer Richtung bis an die dorsomediale Kante des Sehnerven, wo er dieser entlang den *Truncus ciliaris posterior nasalis* an den Bulbus schickt. Der zweite Teilast geht als *Truncus ciliaris posterior temporalis* über die Ventralfläche des N. opticus auf dessen laterale Seite und von dort als *A. ciliaris posterior longa temporalis* auf den Bulbus. Er gibt auf der ventralen Sehnervenfläche mehrere Zweige ab zur Bildung des Circulus arteriosus nervi optici. Makroskopisch sichtbare Aa. ciliares posteriores breves nasales et temporales fehlen, wie beim Hunde (Brückner).
17. Die *A. ophthalmica interna*, die den direkten Zusammenhang im Wurzelgebiete mit der A. carotis cerebralis mehr oder weniger verloren hat (s. S. 431 u. 432), kommt an der ventromedialen Seite des N. opticus diesem direkt aufliegend aus dem Foramen opticum, zieht bulbuswärts durch das feine Netz der Rami musculares und mündet in den Truncus ciliaris posterior temporalis oder in Zuflüsse zum Zinnschen Plexus.

#### IV. *A. infraorbitalis*.

Sie ist der eigentliche Endstamm der A. maxillaris interna und tritt, nach Abgabe der *A. alveolaris incisiva* für die Alveolen der Dentes canini et incisivi, sowie der *A. malaris* mit den Zweigen für das 3. Augenlid und die nasalen Teile des oberen und unteren Augenlides, sowie nach Abgabe der *A. dorsalis nasi*, mit dieser durch das Foramen infraorbitale auf die Gesichtsfäche. Hier bildet sie die *A. coronalis labii superioris* für die Oberlippe und die Sinushaare und gibt die *A. lateralis nasi* ab.

#### V. *Truncus* der *A. sphenopalatina* und *A. palatina major*.

Er tritt aus der A. maxillaris interna, wo diese zur A. infraorbitalis wird und ist zirka 4–6 mm lang. Vor dem Foramen palatinum posterius teilt er sich in seine Endäste.

1. Die *A. sphenopalatina* geht durch das Foramen sphenopalatinum und vaskularisiert mit einem *medialen* Ast das Dach des Ductus nasopharyngeus, den Vomer und das Septum narium und mit einem *lateralen* Ast den ventralen Nasengang und die ventrale Nasenmuschel.
2. Die *A. palatina major* passiert den Canalis palatinus und verästelt sich auf der ventralen Fläche des harten Gaumens.

VI. *A. palatina minor*.

Sie verläßt die *A. maxillaris interna* auf gleicher Höhe wie der eben besprochene Trunkus und senkt sich sofort gegen den Processus pterygoideus der Maxilla, um sich kaudal im Gaumensegel bis zum Hamulus zu verzweigen.

---

## Literatur.

---

1. Brückner, C., Die Kopfarterien des Hundes unter spezieller Berücksichtigung derer des Bulbus und der Schädelhöhle. Diss. Zürich 1909.
  2. Canova, P., Die arteriellen Gefäße des Bulbus und seiner Nebenorgane bei Schaf und Ziege. Diss. Zürich und Archiv f. Anat. und Entwicklg. 1909.
  3. Ellenberger, W., und Baum, H., Anatomie des Hundes. Berlin 1891.
  4. —, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 12. Aufl. Berlin 1908.
  5. Haack, K., Vergleichende Untersuchungen über die Muskulatur der Gliedmaßen und des Stammes bei der Katze, dem Hasen und Kaninchen. Diss. Bern 1903.
  6. Hofmann, M., Zur vergleichenden Anatomie der Gehirn- und Rückenmarksarterien der Vertebraten. Zeitschr. f. Morphol. und Anthropologie. Bd. II, S. 247. 1900.
  7. Kirsten, F., Untersuchungen über die Ohrmuskulatur verschiedener Säugetiere. Diss. Bern 1902.
  8. Major, R. H., Studies on the vascular system of the thyroid gland. The americ. journ. of anat. Vol. IX, p. 475. 1909.
  9. Martin, P., Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart 1904.
  10. Mivart, The Cat. An introduction to the study of backboneed animals, especially mammals. London 1881.
  11. Reichard and Jennings, Anatomie of the cat. New York 1901.
  12. Schmidt, K., Die arteriellen Kopfgefäße des Rindes. Diss. Zürich 1910 und diese Monatsschrift Bd. XXVII, 1910.
  13. Tandler, J., Zur vergleichenden Anatomie der Kopfarterien bei den Mammalia. Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. Bd. LXVII, S. 711. Wien 1899.
  14. Virchow, H., Über die Gefäße der Chorioidea des Kaninchens. Verhandlungen der phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg. N. F. Bd. XVI, S. 25. 1881.
-

## Erklärung der Abbildungen.

(Die Zeichnungen sind von Herrn Erne, Präparator am vet.-anat. Institut Zürich, angefertigt worden.)

Fig. I: Verzweigung der A. carotis communis.

Fig. II: Verzweigung der A. maxillaris interna.

- a) A. carotis communis.
- b) Ramus muscularis für den Hals:
  - ba erster Nebenast,
  - bb zweiter Nebenast,
  - bc dritter Nebenast.
- c) A. thyreoidea:
  - ca med. Drüsenast,
  - cb lat. Drüsenast,
  - cc Trunkus für Pharynx und Trachea,
  - cd Ramus laryngeus der A. thyreoidea.
- d) A. laryngea:
  - da dors. Ast (Ramus pharyngeus der A. laryngea),
  - db ventr. Ast (eigentliche A. laryngea).
- e) Trunkus der A. carotis interna und der A. occipitalis:
  - ea A. pharyngea ascendens.
- f) A. carotis externa.
- g) A. lingualis.
- h) A. maxillaris externa:
  - ha Ramus für Glandula mandibularis,
  - hb A. facialis,
  - hc A. labialis inferior ventralis,
  - hd A. labialis inferior dorsalis,
  - he Ramus zur A. buccinatoria,
  - hf A. anguli oris,
  - hg A. labialis superior.
- i) A. auricularis magna:
  - ia A. styломastoidea,
  - ib Ramus auricularis lateralis primus,
  - ic Ramus auricularis lateralis secundus,
  - id Ramus muscularis für die Auswärtszieher,
  - ie Trunkus der Rr. auriculares intermedius et medialis,
  - if Ramus auricularis intermedius,
  - ifa Bogenanastomose zwischen Ramus auricularis lateralis secundus und Ramus auricularis intermedius,

- ig Fortsetzung der A. auricularis magna unter das Gesäß,
- ih Endäste der A. auricularis profunda.
- k) Ramus massetericus der A. carotis externa.
- l) Trunkus der A. transversa faciei und A. temporalis superficialis:
  - la Ramus massetericus des Trunkus,
  - lb A. auricularis anterior,
  - lc A. transversa faciei, proximaler Ast,
  - ld A. transversa faciei, distaler Ast,
  - le A. temporalis superficialis mit Rami musculares,
  - lf A. palpebrae inferioris temporalis,
  - lg A. palpebrae superioris temporalis,
  - lh A. angularis oculi temporalis.
- m) A. maxillaris interna:
  - ma Ramus für das Mandibulargelenk,
  - mb A. alveolaris mandibulae,
  - mba Endäste der A. alveolaris mandibulae (A. coronalis labii inferioris),
  - mc A. temporalis profunda caudalis,
  - md Ramus für Periost der Bulla ossea (in der Zeichnung etwas zu stark),
  - me Rete mirabile der A. maxillaris interna,
  - mf Unregelmässige Muskelrami aus Rete für M. temporalis,
  - mg Ramus pterygoideus,
  - mh A. lacrimalis mit Fettarterie (beide durch die Periorbita durchschimmernd),
  - mi A. temporalis profunda nasalis,
  - mk A. buccinatoria,
  - ml A. maxillaris interna (Fortsetzung mit Ästchen für M. pterygoideus medialis, Nervenscheide und periorbitales Augenfett).
- n) A. palatina minor.
- o) A. infraorbitalis:
  - oa Ramus für das Periost des Tuber maxillare,
  - ob A. malaris,
  - oba A. dorsalis nasi,
  - obb A. palpebrae superioris nasalis,
  - obc A. palpebrae inferioris nasalis,
  - oc Ramus für die seitliche Oberlippe,
  - od dors. Endast der A. infraorbitalis (A. lateralis nasi),
  - oe ventr. Endast der A. infraorbitalis (A. coronalis labii superioris),
  - of Rete der A. infraorbitalis für die Sinushaare.

Fig. III. (links, Typus)

Fig. IV. (links, Variation)

Fig. V. (links, Variation)

Fig. VI. (rechts, Variation)

Halbschematische Darstellung der Bulbusgefäße.  
 $1\frac{1}{2}$  natürliche Grösse.

Folgende Buchstaben beziehen sich auf Fig. III—VI.

- a) Rete mirabile der A. maxillaris interna (orodorsale Ecke).
- b) A. ophthalmica externa.
- c) Ramus bulbi:
  - ca Truncus ciliaris posterior nasalis,
  - cb A. ciliaris posterior longa nasalis,
  - cc Truncus ciliaris posterior temporalis,

- cd Rami für den Circulus arteriosus nervi optici,
- ce A. ciliaris posterior longa temporalis.
- d) A. ophthalmica interna:
  - da feinmaschiges Rete der A. ophthalmica interna mit den Rami musculares und dem dors. Schenkel des Ramus anastomoticus dorsalis.
- e) Ramus anastomoticus dorsalis:
  - ea dors. Schenkel des Ramus anastomoticus dorsalis,
  - eb ventr. Schenkel des Ramus anastomoticus dorsalis.

### Textfiguren.

(A. lingualis von der ventralen Seite gesehen.)

- a) A. carotis externa sinistra.
- b) A. lingualis sinistra.
- c) A. maxillaris externa sinistra.
- d) A. auricularis magna sinistra.
- e) Ramus tonsillaris.
- f) Ramus muscularis auf die ventrale Fläche des M. mylohyoideus.
- g) Ramus hyoideus:
  - ga Ramus für M. geniohyoideus,
  - gb dors. Ast des Ramus hyoideus,
  - gc ventr. Ast des Ramus hyoideus,
  - gca unpaarer Endast des ventr. Astes des Ramus hyoideus für die Incisura thyreoidea caudalis,
  - gcb unpaarer Endast der A. thyreoidea für die Incisura thyreoidea caudalis,
  - gcc Endast der A. laryngea,
  - gd medianer Ast des Ramus hyoideus (Ramus epiglottidis),
  - ge Anastomose zur Glandula sublingualis polystomatica.
- h) Unpaarer ventraler Ast der A. lingualis.



Laboratorio di Patologia Generale ed Istologia della R. Università di Pavia.  
(Diretto dal Prof. C. Golgi.)

---

## **Sulla genesi del grasso e sulle modificazioni dell'apparato mitocondriale nell'intossicazione difterica.**

Dottor **Giuseppe D'Agata,**  
Libero Docente di patologia generale.

---

(Con Tav. XIV.)

---

Nessun autore, per quanto io sappia, ha eseguito sistematiche ricerche sulla presenza del grasso negli elementi cellulari degli animali in preda alla intossicazione difterica.

Per le mie ricerche mi sono servito di conigli e di cavie, e in ambedue le specie ho ottenuto gli stessi risultati.

Gli animali, dopo vario periodo di tempo dal momento dell'inoculazione di tossina difterica (ripetuta una o più volte, a seconda le circostanze), venivano uccisi per dissanguamento.

Alcuni pezzi di organi, ancora freschi (fegato, pancreas, cuore, rene), dopo raschiamento o taglio al microtomo congelatore, venivano sottoposti all'osservazione a fresco, specialmente al microscopio polarizzatore. Molte sezioni (tagliate per congelamento), dopo fissazione in formalina al 10% in soluzione isotonica di cloruro di sodio (soluzione differente per i singoli organi), venivano rispettivamente colorate con soluzione satura di Sudan III in alcool a 80°, con soluzione alcalino-alcoolica di Scarlatto R. (secondo la formula di Herxheimer), e con soluzione acquosa satura di solfato di Nilblau.

Tutte queste colorazioni venivano eseguite su sezioni, che avevano o no subito l'azione dell'acetone, che possiede la proprietà di

sciogliere i grassi propriamente detti, risparmiando invece alcune sostanze lipoidee (fosfatidi).

Altri pezzi degli stessi organi, ancora freschi, venivano fissati, parte in liquidi osmici (miscela dell'Altmann, Flemming etc. . . ) e parte in liquidi di formolo e bicromato di potassa (miscela del Ciaccio o del Regaud). Per lo più ho preferito il liquido fissatore del Regaud, cioè un miscuglio formato di 80 parti di soluzione di bicromato di potassa al 3% e di 20 parti di formalina, perchè (forse per l'assenza di acidi) si ottengono migliori risultati per la successiva dimostrazione dell'apparato mitocondriale.

Piccoli pezzi, dopo aver subito da una settimana a dodici giorni l'azione della miscela formolo-bicromica (di recente preparazione e rinnovata ogni ventiquattro ore), che agiva così fissando e cromizzando<sup>1)</sup>, venivano lavati in acqua corrente e passati nella serie degli alcool, solfuro di carbonio etc. . . , secondo il metodo del Ciaccio.

Con tale tecnica sono riuscito a mettere in evidenza nello stesso preparato (colorato prima col Sudan III o coll'orange G. e poi coll'ematosilina ferrica di Heidenhain) le sostanze lipoidee e le formazioni mitocondriali, e studiarne così i possibili rapporti. Invece di trattare le sezioni coll'ematosilina ferrica (metodo recentemente stimato adatto dallo stesso Meves per la dimostrazione dell'apparato mitocondriale) io ho pure adoperato — con risultati soddisfacenti — il seguente metodo alla fucsina acida (modificazione dei metodi Altmann e Galeotti):

Dopo colorazione col Sudan III o coll'orange G., le sezioni si pongono per due giorni — alla temperatura di 37° C — in soluzione satura a caldo di fucsina acida in acqua d'anilina. Quindi rapidissimo lavaggio in acqua distillata e poi in soluzione idro-alcoolica di acido picrico. Una lenta e giusta differenziazione viene ottenuta passando le sezioni nel liquido di Ringer-Locke (NaCl. gr. 9; KCl, CaCl<sup>2</sup>, NaCO<sup>3</sup>, ana. gr. 0,20; C<sup>6</sup>H<sup>12</sup>O<sup>6</sup>. gr. 1; H<sup>2</sup>O cc. 1000).

Dopo tale differenziazione, che deve essere sorvegliata al micro-

---

<sup>1)</sup> Il periodo di cromizzazione varia per i diversi tessuti. È indispensabile quindi eseguire numerose prove preliminari, prima di giungere ad ottenere nello stesso preparato la chiara dimostrazione dei rapporti tra condrioma e grasso.

scopio, le sezioni si rilavano in acqua distillata e vengono incluse in gomma sciropo di Apathy.

Con questo metodo, specialmente nel pancreas, ho ottenuto risultati molto soddisfacenti: le sostanze lipoidee si colorano in rosso-aranciato col Sudan III o in gialletto con l'orange G., mentre l'apparato mitocondriale prende una intensa tinta rosso-oscuro e i granuli di secrezione una tinta rosso più chiara e rifrangente (vedi Fig. 14). Come controllo ai metodi sopradetti, di facile esecuzione, ho adoperato pure il classico metodo del Benda (Alizarina-Kristallviolett) per la dimostrazione dell'apparato mitocondriale.

Per le mie ricerche ho usato una tossina difterica, che risponde ai seguenti dati:  $L + 0,300 - D.m.m.$  per la cavia di gr. 250 = 0,005 circa. Essa mi è stata gentilmente fornita dall'Istituto Sieroterapico della R. Università di Pavia.

Tralascero di descrivere i disturbi e le alterazioni generali che produce l'inoculazione di tossina difterica, perché il mio scopo non è stato quello di studiare questi fatti, ma di utilizzare questo processo per raccogliere dei dati, atti ad illuminare la questione della genesi del grasso.

Già, dopo poco tempo, da 20 a 36 ore circa dall'inoculazione di tossina difterica (Coniglio N. IV — gr. 2050: iniezione sottocutanea di  $\frac{1}{20}$  di cc. di tossina difterica, diluita in un cc. di soluzione fisiologica), mi è stato possibile riscontrare, anche all'esame a fresco, nelle cellule epatiche un gran numero di granuli, per lo più piccoli, rotondeggianti. Queste granulazioni sono variamente distribuite nel protoplasma delle cellule epatiche, le quali conservano (almeno in questo primo periodo) il nucleo perfettamente normale.

Le granulazioni presentano una speciale rifrangenza e alla luce polarizzata per lo più sono anisotrope. Esse imbruniscono col tetraossido di osmio e si colorano col Sudan III nelle sezioni al microtomo congelatore. Dopo fissazione col liquido Ciacio e cromizzazione successiva si colorano ancora facilmente in rosso-aranciato col Sudan III, con lo Scarlatto R. (vedi Fig. 8) e in blu col solfato di Nilblau.

Per tutti i caratteri brevemente menzionati, considero queste granulazioni costituite da sole sostanze lipoidee.

Del pari nel rene sebbene in minor numero si mettono in evidenza delle goccioline che hanno gli stessi caratteri.

Nel cuore, invece, dopo un periodo così breve di tempo dall'inoculazione, non sempre si manifestano goccioline di lipoidi. Esse appaiono ben visibili e manifeste, dopo un periodo più lungo di tempo. Così nelle fibre muscolari del coniglio N. VI, del peso di gr. 2400, ucciso al terzo giorno dell'inoculazione ripetuta di tossina difterica (1. III. 1911, ore 14: inocul.  $\frac{1}{20}$  di cc. di tossina difterica in 1 cc. di soluzione fisiologica. 2. III. 1911, ore 10: iniezione della medesima dose), ho potuto mettere in evidenza la presenza di numerose goccioline di sostanze lipoidee, non anisotrope, morfologicamente somiglianti e disposte topograficamente, come quelle da me descritte nelle esperienze sull'autolisi asettica (vedi Fig. 6).

Nel pancreas di questo coniglio si notavano pure, nella parte basale delle cellule ghiandolari, varie goccioline di sostanza lipoidea.

Nel fegato, usando il metodo di colorazione per mettere in evidenza i lipoidi, mi è riuscito facile constatare che alcune goccioline prendono aspetto del tutto speciali: cioè si presentano a forma di vescicola e di semiluna.

Questo speciale aspetto credo sia dovuto al fatto che alcune goccioline siano costituite in parte da sostanze lipoidee, in parte da sostanze grasse. Infatti usando la colorazione delle sezioni, ottenute al microtomo congelatore, col Sudan III o con lo Scarlatto R. le goccioline si colorano in totalità e si presentano tutte omogenee; mentre con i metodi speciali per le sostanze lipoidee, si scioglie la parte costituita da grasso propr. detto e appare colorata solo la porzione lipoidea.

Queste speciali goccioline forse rappresentano stadi di passaggio tra le goccioline di lipoidi e quelle di grasso, che poi si riscontrano in maggior numero negli animali in preda a più gravi perturbamenti organici, consecutivi all'inoculazione di tossina difterica.

Le goccioline di grasso propr. detto sono più grosse di quelle lipoidee e non presentano mai il fenomeno della doppia rifrangenza alla luce polarizzata. Esse anneriscono col tetraossido di osmio, si colorano bene col Sudan III, con lo Scarlatto R.; e dopo cromizzazione prolungata e trattamento coi metodi specifici per i lipoidi, al

loro posto, si presentano dei vacuoli. In mezzo a loro però si notano ancora quà e là, in diverse quantità, dei granuli di sostanze lipoidee. Allora insieme alla presenza di goccioline di grasso, si notano profonde alterazioni protoplasmatiche e nucleari (cariorexi e carioliisi).

L'aver notato la vicinanza delle gocce di grasso propr. detto e delle gocce lipoidee nello stesso elemento cellulare o in elementi limitrofi rende necessario qualche parola sul probabile rapporto fra queste due formazioni. Si potrebbe ciò spiegare o ammettendo che, tanto il grasso propr. detto quanto i lipoidi, abbiano una eguale genesi o che il grasso (che si riscontra in un periodo più avanzato del processo) sia sorto da qualche scissione o scomposizione chimica delle gocce lipoidee.

Nelle capsule surrenali, oltre la costante emorragia, che ha descritto anche Strubell, ho notato in alcuni casi una perdita di colorabilità delle cellule della zona midollare, che — secondo Luksch — è da mettersi in relazione con la scomparsa dell'adrenalina. Nella parte periferica della zona fascicolata, e in quella glomerulare esiste un forte aumento di goccioline anisotrope, coi caratteri isto-chimici delle sostanze lipoidee (vedi Fig. 10).

In due conigli (Protocollo N. VII e N. XI), nei quali avevo praticato due iniezioni con  $\frac{1}{20}$  di cc. di tossina difterica, a due giorni di intervallo l'una dall'altra, mi è sembrato di notare nelle cellule interstiziali del testicolo un aumento di goccioline lipoidee, rispetto a quelle che si trovano nel testicolo normale.

I reperti sopradescritti con lievi variazioni ho potuto ottenere negli organi degli animali a digiuno, inoculati con tossina difterica, allorquando potevasi ritenere completamente consumato o quasi il grasso di riserva, cioè in media dopo la perdita di due terzi del peso dell'animale.

\* \* \*

Prima di passare a descrivere i miei reperti istologici sui possibili rapporti tra mitocondri, lipoidi e grassi, credo opportuno dare qualche cenno sui mitocondri.

Sotto il nome di „Mitochondria“ (da *μῖτρος* = filamento, *χορδῖον* = grasso) oggi si raggruppano tutte quelle formazioni cellulari, caratterizzate principalmente: 1° dal punto di vista morfologico per la tendenza dei grani (condriosomi), dei quali sono per lo più formati, a disporsi in piccole catene (condriomiti) o a formare dei bastoncelli o filamenti lisci e continui (condrioconti); 2° dal punto di vista istochimico per certe reazioni speciali, come il metodo del Benda, che li distingue (fino ad un certo punto) da altre formazioni intraprotoplasmatiche<sup>1)</sup>.

Senza entrare, per evidenti ragioni di brevità, in minuti particolari, non posso a meno di far notare qui che l'apparato mitocondriale (scoperto dal Benda) e l'apparato reticolare interno (scoperto dal Golgi) sono formazioni intraprotoplasmatiche distinte, di natura diversa e significato. Concetto già affermato pel primo dal Golgi e sostenuto in seguito dai dati di fatto illustrati dal Veratti, dal Peroncito e da me; contrariamente alla tendenza odierna di alcuni ricercatori (Meves, Goldsmith etc. . .), che tendono a considerare i mitocondri e l'apparato reticolare come aspetti diversi di una formazione unica.

Riguardo alla natura chimica dei mitocondri la maggioranza degli autori li considera come costituiti o da lipoidi o da lipo-proteidi, in combinazione più o meno stabile (Fauré-Fremiet, Mawas, Nageotte, Ciaccio, Mayer e Schaeffer etc. . .).

Secondo il Regaud i mitocondri sarebbero «des corps lipoides, non point enclavés dans le protoplasma et partiellement étrangers à lui, mais fixés à lui-même et faisant partie de la matière vivante».

L'apparato mitocondriale, detto anche condrioma, è ormai considerato come una formazione costante e necessaria della cellula (Altmann, Meves, Benda etc. . .).

A tal proposito lo Champy, in base ad alcune sue osservazioni, così si esprime: «je ne considérerais pas comme vivant un cytoplasma qui renfermerait pas de mitochondries».

In rapporto al loro comportamento morfologico lo stesso autore

---

<sup>1)</sup> Secondo la maggioranza degli autori i granuli di Altmann, i plasmosomi di Arnold, i bastoncelli di Koiransky, i filamenti di Sjöring devono essere considerati come mitocondri più o meno ben fissati.

considera, specialmente nelle cellule ghiandolari, i condriosomi e i condriomiti come lo stato dinamico del condrioma, mentre i condrioconti come lo stato statico dell'apparato mitocondriale.

Per quanto concerne i rapporti tra apparato mitocondriale e grasso solo recentemente sono state eseguite ricerche.

Lo Champy, seguendo il processo di assorbimento dei grassi nell'epitelio intestinale dei tritoni e delle rane, in rapporto specialmente all'apparato mitocondriale, ha potuto osservare che i condrioconti della cellula intestinale si risolvono in granuli, che si mettono in evidenza prima che appariscano nel protoplasma cellulare le fini goccioline grasse. Quest'ultime si localizzano specialmente ai poli del nucleo, in un punto identico a quello dei granuli, che si colorano col rosso neutro.

Il Policard crede che i condriosomi della cellula intestinale non abbiano una parte diretta nella formazione del grasso, ma al contrario una parte indiretta, non nel momento della genesi di questi granuli, ma nella loro maturazione.

Il Fauré-Fremiet ci parla dei possibili rapporti tra apparato mitocondriale e masse grasse negli oogoni. Secondo l'A. in questi elementi cellulari si riscontrano un gran numero di mitocondri, che sembrano subire «une transformation d'ordre chimique, car ils deviennent beaucoup plus réfringents et forment bientôt des masses grasses qui entreront dans la composition du vitellus de l'œuf, ainsi que des sphères de colorabilité différente qui paraissent se former au sein du cytoplasma». A proposito della formazione del vitello nelle uova dei tunicati M<sup>lle</sup> Loyez ha sostenuto che avvenga una trasformazione diretta dei mitocondri in grasso.

Il Fauré-Fremiet crede che, durante la spermatogenesi, possa avvenire una trasformazione dell'apparato mitocondriale in granulazioni deutoplasmatiche, per lo più di natura grassosa.

Lo Champy, pur ammettendo che nel corso della spermatogenesi, il grasso apparisca nei corpi mitocondriali degli spermatogoni (degli Anuri) non crede che si debba parlare di una trasformazione.

Il Prenant nelle cellule epatiche ha potuto mettere in evidenza «des gouttelettes grasses qui lui ont paru n' être que des mitochondries transformées».

Una schiera di studiosi però, che si sono occupati dell'argomento, credono come più probabile che i mitocondri (chiamati perciò *électosomes* da Renaut e Regaud), invece di trasformarsi direttamente in grasso, siano capaci «de faire un choix parmi les différentes substances qui pénètrent le plasma de la cellule, de fixer ces substances, puis de les remettre en liberté sous une forme quelconque au moment de l'excrétion».

Il Dubreuil studiando bene il condrioma delle cellule adipose e la parte che esso prende nella genesi del grasso, ha recentemente comunicato dei fatti, che confermano ciò che io avevo già osservato in un altro ordine di esperienze.

L'autore francese sostiene «que des mitochondries et des chondriocentes peuvent se transformer en vésicules à paroi colorable et à centre clair, puis que ces vésicules se transforment en petites vacuoles de graisse, qui, par coalescence, constituent en définitive le globe de graisse central. — Les petites vésicules à paroi colorée et à centre clair dont je viens de parler ont une signification très particulière. Je les considère comme des intermédiaires entre les mitochondries et les vacuoles de graisse vraie».

\*            \*            \*

Nel fegato, in condizioni normali, l'apparato mitocondriale è stato descritto sotto forma di granulazioni, piuttosto fini, disseminate in tutto il protoplasma e irregolarmente distribuite attorno il nucleo.

Mayer, Rathery e Schaeffer, che hanno studiato queste granulazioni o «mitocondri del fegato» (?), dopo aver alimentato in vario modo gli animali, non hanno notato alcuna apprezzabile variazione nel loro aspetto e nel loro numero.

Gli A. A., avendo studiato i caratteri fisici di queste granulazioni e le loro proprietà micro-chimiche, vengono alla conclusione che questi mitocondri siano costituiti da un complesso di sostanze chimiche e principalmente di acidi grassi non saturi.

Nelle cellule epatiche degli animali trattati con l'iniezione sottocutanea di tossina difterica (es: Coniglio N. VIII — ucciso per dissanguamento, dopo due giorni dell'inoculazione con  $\frac{1}{20}$  di cc. di tossina difterica in 1 cc. di soluzione fisiologica; iniezione ripetuta dopo venti-



quattro ore dalla prima), ho potuto osservare a forte ingrandimento alcune delle sopradescritte granulazioni, a forma di vescicole, con una parte periferica colorata in nero con l'ematosilina ferrica e con una parte centrale chiara, normalmente rifrangente, che si lascia colorare debolmente in gialletto col Sudan III o con l'orange G., nelle sezioni, fissate e cromizzate con la miscela del Ciaccio o del Regaud.

Per lo più mi è sembrato di osservare nel fegato un certo rapporto tra granulazioni lipoidee e quelle intraprotoplasmatiche.

Riguardo al rene, quello degli anfibi è stato per il primo oggetto di studio per la dimostrazione dell'apparato mitocondriale.

Il Benda, e in special modo il Policard, seguendo la disposizione dei mitocondri nelle cellule renali, classificano le cellule dei canalicoli in due gruppi:

Nel primo gruppo (cellule a bordo striato del secondo segmento) si riscontrano dei filamenti mitocondriali, ondulati e flessuosi composti di granuli finissimi. Essi sono per lo più localizzati nella porzione basale della cellula, immediatamente sotto il nucleo e qui formano qualche volta un ammasso di lunghi filamenti granulosi. Nella porzione alta della cellula, al di sotto della cuticola, non si riscontrano mai dei mitocondri.

Nel secondo gruppo (cellule del quarto segmento o segmento dei bastoncelli) si riscontrano invece filamenti omogenei e non granulosi. Questi condriocenti si presentano paralleli fra loro, dalla base alla sommità della cellula ed offrono l'aspetto tipico di bastoncelli, raggruppati in fasci più o meno compatti.

Nei mammiferi il Policard ha notato, nei tubuli contorti l'esistenza dei mitocondri, ed ha dato a questi il nome di *bâtonnets ergastoplasmiques*, credendo giustificato compararli all'ergastoplasma.

Il Benda attribuisce a questi filamenti mitocondriali (già descritti dall'Heidenhain, Rothstein, Sejöbung etc. . . .) una parte importante ed attiva nei movimenti interna della cellula: opinione non condivisa dal Policard e dalla sua scuola.

È stato notato che durante una attiva diuresi i bastoncelli di Heidenhain (che sono dei condriocenti) si risolvono in granuli. Questo fatto, per Champy, è indice di attività cellulare.

Negli epiteli dei tubuli contorti, dove si notano con chiarezza i condrioconti sotto forma di bastoncelli è facile seguire le variazioni dell'apparato mitocondriale.

Negli animali, dopo l'iniezione di tossina difterica (Coniglio N. VI, N. VIII. — Vedi pag. 4) ho notato costantemente la risoluzione dei condrioconti in granuli, dapprima disposti in serie (condriomiti) e poi regolarmente disseminati in tutto il protoplasma e specialmente attorno al nucleo. In rapporto a queste granulazioni cominciano a comparire delle goccioline di lipoidi, però non è facile decidere se vi siano rapporti intimi o di semplice contiguità (ved. Fig. 12).

La Fig. 13 riproduce alcune cellule dei tubuli contorti di un rene del coniglio N. XX (peso kg 2,900), che ha subito l'inoculazione ripetuta, a due giorni di distanza, della dose di  $\frac{1}{10}$  di cc. di tossina difterica in 1 cc. di soluzione fisiologica. Nei reni di altri conigli non ho riscontrato fino ad oggi un simile reperto.

Nel rene di una cavia, iniettata con tossina difterica e siero anti-difterico (Protocollo Instit. Sieroter. N. 1150: 12. VI. 1911. Cavia controllo gr. 260. Inocul. toss. difterica L. 0,300 + Siero 0,7 U. J.) ho potuto chiaramente osservare in alcune cellule renali che le goccioline di lipoidi si presentavano più numerose, dove i granuli mitocondriali erano più scarsi.

Nelle fibre muscolari del cuore è stato studiato, specialmente da Regaud, l'apparato mitocondriale.

Nella salamandra i mitocondri si presentano sotto forma di granuli estremamente fini, colorati con l'ematossilina ferrica in nero bluastrò, disposti in ammassi all'estremità dei fusi protoplasmatici perinucleari, e a striscette irregolari negli intervalli delle colonnette contrattili.

Nel cane, secondo lo stesso autore, si riscontrano due varietà di mitocondri. Gli uni situati senza ordine in vicinanza del nucleo, sono sferici o bacilliformi. Gli altri, sotto forma di bastoncini, si dispongono in serie longitudinale fra le colonnette contrattili, quasi equidistanti e paralleli gli uni dagli altri.

L'apparato mitocondriale del muscolo cardiaco però non si presenta così architettonicamente disposto, come lo descrive l'autore francese.

Nelle fibre muscolari cardiache del coniglio ho potuto notare che

sono evidenti certe formazioni intraprotoplasmatiche nelle vicinanze del nucleo e si presentano per lo più a grani isolati (condriosomi?), mentre sul resto del protoplasma non ho riscontrato le forme regolari a bastoncini, rilevati e descritti dal Regaud, ma ho osservato delle granulazioni disposte a catene e dei bastoncini distribuiti senza regolarità.

Nell'uomo, anche il Regaud, non ha riscontrato i condrioconti intercolumnari, ma ha solo notato i granuli centrali, che secondo l'A., corrispondono alle granulazioni pigmentarie già conosciute.

Nelle fibre muscolari cardiache degli animali trattati con tossina difterica (Conigli N. IV, VI, VIII; che ho riferito precedentemente), ho notato che le prime goccioline lipoidee si presentano in vicinanza del nucleo e sembrano avere degli intimi rapporti con le granulazioni descritte nella cellula normale.

Nel pancreas, a differenza dei sopradescritti organi, l'apparato mitocondriale non solo è facilmente dimostrabile, ma acquista un aspetto speciale.

La cellula pancreatica, a dire dello Champy, possiede una struttura nettamente polarizzata. In un polo è maggiormente condensato l'apparato mitocondriale, nell'altro i granuli di secrezione o di zimogeno.

I mitocondri si presentano sotto forma di condrioconti più o meno lunghi, un pò tortuosi, disposti per lo più gli uni vicino agli altri, colorabili in violetto col metodo Benda; e previa cromizzazione, in rosso colla fucsina acida, in nero coll'ematosilina ferrica. Essi occupano, come abbiamo detto, un polo della cellula e precisamente la porzione basale di essa (vedi fig. 14).

L'Altmann, molto prima del Benda, aveva messo in evidenza nel pancreas del tritone questi filamenti, ai quali diede il nome di filamenti vegetativi. Garnier e Bouin hanno dato loro il nome di filamenti ergastoplasmatici, considerandoli come un protoplasma differenziato, avente una parte importante nell'elaborazione dei prodotti di secrezione.

Per questa ragione molti autori considerano il condrioma delle cellule pancreatiche come una sostanza pre-zimogena a sostengono che poi avvenga una trasformazione diretta in grani di secrezione. Questa tesi non si basa su argomenti ancora ben dimostrati, tanto che ancora

molti considerano i grani di secrezione provenienti da altre formazioni: Ogata, Nicolaïdes, Melissinos, per esempio, sostengono che essi derivino dal Neberkern.

Recentemente lo Champy ha voluto sostenere che esistano dei granuli di pre-fermento distinti da quelli osmiofili, «les deux espèces ayant les condriocentes pour origine commune, mais ayant un aboutissant différent».

La risoluzione dei condriocenti in granulazioni mitocondriali, durante l'attività cellulare, è stata osservata da parecchi autori (Heidenhain, Altmann, Launoy, Wertheim, Laugesse, Champy).

Negli animali, trattati con tossina difterica e che sono sopravvissuti parecchi giorni, ho riscontrato — nelle cellule pancreatiche — costanti modificazioni dell'apparato mitocondriale. I condriocenti, che occupano la porzione basale della cellula pancreatica, si presentano per lo più sotto la forma di bastoncini un pò tortuosi, con l'estremità rigonfiata in sferula. Questa presenta per lo più uno strato esterno (che si colora in nero coll'ematossilina ferrica, in rosso colla fucsina acida e in violetto col metodo Benda), e uno strato interno che rimane sempre incolore con tali metodi, e che può colorarsi debolmente in rosso-aranciato o in gialletto, rispettivamente col Sudan III o coll'orange G.

Il bastoncello, che sostiene la sferula, in alcuni preparati, non è visibile; ma si osservano delle vere vescicole, con un centro incolore. Nella fig. 15 è ritratto un punto da un preparato di pancreas del coniglio N. XVIII del peso di kg 2,325. L'animale ha ricevuto sottocutaneamente  $\frac{1}{20}$  di cc. di tossina difterica diluita in un cc. di soluzione fisiologica. Dopo ventiquattro ore viene di nuovo inoculato con  $\frac{1}{10}$  di cc. di tossina difterica. Viene ucciso per dissanguamento dopo 62 ore dalla prima inoculazione. La figura 16 riproduce il reperto ottenuto nella cavia N. V. del peso di gr. 325, inoculata con la dose di  $\frac{1}{30}$  di cc. di tossina difterica la prima volta, e dopo due giorni con la dose di  $\frac{1}{20}$  di cc. di tossina difterica. Viene uccisa al terzo giorno, dopo la prima inoculazione.

Come si osserva nella riprodotta figura, il centro delle vescicole si presenta colorato debolmente col Sudan III o con l'orange G.

Forse si può ammettere, con la massima riserva, che la parte centrale della sferula, rimanga in un primo periodo incolore, perchè costituita da una sostanza pre-lipoidea.

Il Prof. Veratti, che ha seguito con speciale interesse queste mie ricerche e al quale rivolgo i più vivi ringraziamenti, mi comunica oralmente che è riuscito possibile anche a Lui di mettere in evidenza nel pancreas di una donna, morta per infezione setticemica, delle formazioni identiche a quelle sopradescritte.

Usando un suo speciale metodo per la dimostrazione dell'apparato mitocondriale, ha riscontrato nell'interno delle cellule pancreatiche delle goccioline grassose, circondate da un anello di sostanze mitocondriale, che si continua certe volte con un bastoncello.

\*                      \*

Questi i fatti: a spiegarli potremmo invocare principalmente tre ipotesi: o le goccioline lipo-lipoidee provengono dall'esterno dell'elemento cellulare o sono l'indice di una trasformazione in situ delle diverse sostanze endocellulari (sostanze proteiche, idrati di carbonio etc. . . .) o derivano dalle sostanze grasse o simili ad esse, già preesistenti nelle cellule normali, chimicamente ben dimostrabili e istologicamente non visibili.

Quest'ultima ipotesi è da preferirsi, perchè sottoposto lo stesso tessuto ad un accurato esame chimico, prima e dopo la comparsa microscopica delle goccioline lipo-lipoidee, non troviamo alcun aumento di sostanze grassose, aumento che sarebbe stato necessario ammettendo le due prime ipotesi. Riguardo alla parte che spetta all'apparato mitocondriale nella genesi del grasso, io credo come probabile che il condrioma abbia il valore di «*eclectosoma*» secondo il concetto di Renaut e Regaud, cioè: esso eserciterebbe la funzione di estrazione e di fissazione sulle minutissime sostanze lipoidee, sparse normalmente nel plasma cellulare.

---

## Spiegazione delle figure.

Fig. 1—5. Granulazioni e vescicole lipoidee in alcune cellule dell'organismo umano, in preda a processo tubercolare; fig. 1: cellula adiposa; fig. 2: globulo bianco; fig. 3: cellula epatica; fig. 5: cellula nervosa.

Fissazione e cromizzazione: metodo Ciaccio. Color: Sudan III-Emallume. Ingr. obb.  $\frac{1}{12}$  di Koristka — ocul. 8 comp.

Fig. 6. Cellula epatica del coniglio No. XV (undici giorni dopo l'inoculazione di olio fosforato). Gocce di grasso propr. detto.

Sezione al microtomo congelatore. Color: Sudan III-Emallume. Ingr. c. s.

Fig. 7. Figure mieliniche post-mortali in alcune fibre muscolari cardiache di un coniglio sano (dopo cinque ore di soggiorno in liquido di Ringer-Locke) alla temperatura di  $37^{\circ}$ .

Metodo c. s. — Obb.  $\frac{1}{12}$  di Koristka — ocul. 4 comp.

Fig. 8. Cellule epatiche del coniglio No. IV (trentasei ore dopo l'inoculazione di tossina difterica). Granulazioni lipoidee. Fissazione e cromizzazione miscela Regaud. Color: Sudan III-Emallume. Ingr. c. s.

Fig. 9. Sezione di tubulo contorto renale del coniglio No. IX (due giorni dopo l'inoculazione di tossina difterica). Granuli lipoidi. Met. c. s. Ingr. 8\* di Koristka — ocul. 4.

Fig. 10. Cellule della capsula surrenale dello stesso coniglio. Vescicole e granulazioni lipoidee.

Met. e ingr. c. s.

Fig. 11. Cellula epatica del coniglio No. VIII (quarantasei ore dopo l'inoculazione di tossina difterica). Granulazioni intraprotoplasmatiche (condriosomi?), vescicole e granulazioni lipoidee.

Fissazione e cromizzazione sec. Regaud.

Color: Sudan III-Ematossilina ferrica di Heidenhain. Obb. AA. Zeiss. ocul. 8 comp.

Fig. 12. Cellule renali dello stesso coniglio. Mitocondri e granuli lipoidi.

Met. c. s. — obb. 8\* di Koristka — ocul. 4.

Fig. 13. Cellule renali del coniglio No. XX (sessantaquattro ore dopo l'inoculazione di tossina di difterica).

Met. c. s. — obb. AA. Zeiss — ocul. 8 comp.

Fig. 14. Cellula pancreatica di un coniglio normale. Apparato mitocondriale e granuli di secrezione.

Fissazione e cromizzazione sec. Regaud. Color. con fucsina acida. Ingr. c. s.

Fig. 15 ( $\alpha$  e  $\beta$ ). Cellule pancreatiche del coniglio No. XVIII (sessantadue ore, dopo l'inoculazione di tossina difterica). Granuli di secrezione, condrioconti, vescicole e sferule mitocondriali.

Met. e ingr. c. s.

Fig. 16. Cellula pancreatica della cavia No. V (dopo tre giorni dall'inoculazione di tossina difterica). Granuli di secrezione, condrioconti, vescicole, sferule mitocondriali e lipoidee.

Fissazione e cromizzazione sec. Regaud. Color: Orange G.-Ematossilina ferrica dell'Heidenhain. Ingr. c. s.

## Lavori citati.

---

- Altmann, Über die Granula- und Intergranular-Substanzen. Archiv f. Anat. und Phys. 1896.
- Arnold, Plasmosomen, Granula, Mitochondrien, Chondriomiten und Netzfiguren. Anat. Anzeiger. Bd. XXI. 1907.
- Benda, Weitere Mitteilungen über die Mitochondria. Verh. d. phys. Gesellsch. z. Berlin. 1899.
- , Die Mitochondriafärbung und andere Methoden zur Untersuchung der Zellsubstanzen. Verh. d. Anat. Gesellsch. Bonn. 1901.
- , Die Mitochondria. Ergebnisse d. Anat. und Entwickl. Bd. XIII. 1903.
- , Die Mitochondria der Nierenepithels. Verh. der Anat. Gesellsch. Heidelberg 1903
- Ciaccio, Contributo alla distribuzione e alla fisio-patologia cellulare dei lipoidi. Arch. für Zellforschung. Bd. V. Heft 2. 1910.
- Champy, A propos des mitochondries des cellules glandulaires et des cellules rénales. Compt. rend. Soc. Biolog. Bd. LXVI. 1909.
- , Recherches sur l'absorption intestinale et le rôle des mitochondries dans l'absorption et la sécrétion. Arch. d'Anatom. microscop. Tome VII. Fasc. I. 1911.
- D'Agata, Über eine feine Struktureigentümlichkeit der Epithelzellen der Gallenblase. Arch. Anat. u. Entwickl. 1911.
- Dubreuil, Transformation directe des mitochondries et des chondriocontes en graisse dans les cellules adipeuses. C. R. de la Soc. de Biol. T. LXX. pag. 264. 1911.
- Fauré-Frémiet, Mayer et Schaeffer. Sur la constitution et le rôle des mitochondries. C. R. de la Soc. Biol. T. LXVI. 1909.
- Golgi, Intorno alla struttura delle cellule nervose. Arch. Ital. de Biologie. T. XXX. 1898.
- Herxheimer, Über Fettinfiltration und -degeneration. Lubarsch-Ostertag, Ergebnisse der allg. Path. u. pathol. Anat. Wiesbaden 1903.
- Mayer, Rathery et Schaeffer, Sur les propriétés des granulations ou mitochondries de la cellule hépatique. Sur l'aspect et les variations des granulations ou mitochondries de la cellule hépatique. Compt. rend. de la Société de Biologie. LXVIII. 1910.
- Meves, Über Mitochondrien bezw. Chondriokonten in den Zellen jünger Embryonen. Anat. Anzeiger. Bd. XXXI. 1907.
- Perroncito, Mitochondri, cromidi e apparato reticolare interno nelle cellule spermatiche. Atti R. Accademia dei Lincei. Marzo. 1910.



Policard, Sur les formations mitochondriales du rein des Vertébrés. Compt. rend. Soc. Biologie. Bd. LIX. 1905.

Prenant, Mitochondries et Ergastoplasme. Journ. de l'anat. et de physiol. Nr. 3. 1910.

Regaud, Sur les formations mitochondriales de diverses espèces cellulaires. C. R. Associat. Anat.-Marseille. 1908.

Regaud, Sur les mitochondries des fibres musculaires du coeur. C. R. Académ. Scienc. Paris. 17 Août 1909.

—, Partecipation du chondriome à la formation des grains de ségrégation dans les cellules des tubes contournés du rein. Sociét. de Biol. 19. juin. 1909.

—, Attribution aux «formation mitochondriales» de la fonction générale «d'extraction et de fixation électives» exercée par les cellules vivants sur les substances dissoutes dans le milieu ambiant. C. R. de la Soc. de Biol. T. LXVI. pag. 919. 1909.

Per maggiori dettagli rimando ad un mio precedente lavoro, edito dalla casa Mattei e Speroni di Pavia nel 1911; dal titolo: «Perturbazione del metabolismo cellulare dei grassi. Sulla cosiddetta degenerazione e infiltrazione grassa».

---

Laboratorio di Patologia Generale ed Istologia della R. Università di Pavia.  
(Diretto dal Prof. C. Golgi.)

---

## **Autolisi asettica e forme mieliniche postmortalì.**

**Dott. Giuseppe D'Agata,**  
Libero Docente di patologia generale.

---

Dopo le note osservazioni di Hauser, Lindemann, Kotsowsky, Külbs, Wentscher, i quali in organi asetticamente conservati ebbero a notare la comparsa di immagini degenerative, una schiera di studiosi ha creduto necessario compiere delle sistematiche esperienze su questo genere di ricerche.

Il Carini nel 1901 ha comunicato alcuni suoi risultati ottenuti su frammenti di organi (fegato, rene) prelevati asetticamente da animali appena uccisi e posti in soluzione fisiologica di cloruro di sodio al 0,70%. Egli ha potuto notare dopo 24 ore, la comparsa di „goccio-line di adipe, depositate in quantità considerevole, tanto nel corpo cellulare, che nel nucleo“.

Il Sacerdotti già nel 1898 si era occupato indirettamente di questo argomento. Avendo posto asetticamente dei pezzi di cartilagine costale in soluzione di cloruro di sodio al 0,6%, a temperatura conveniente, aveva notato nell'interno delle gocce adipose (esistenti normalmente in alcune cellule cartilaginee), la formazione di vacuoli, come si verifica nelle gocce di grasso delle cellule cartilaginee, durante la vecchiaia. Tali formazioni vacuolari però non reagivano positivamente coi comuni metodi per mettere in evidenza il sapone o le altre sostanze grasse.

L'Albrecht, nel Congresso della Società dei Patologi tedeschi, tenutosi a Kassel nel 1903, ha voluto riassumere le sue numerose

ricerche sull'autolisi asettica del fegato, del rene, del cuore, e dei muscoli

Ecco, in poche parole, la tecnica indicata dall'Albrecht: frammenti dell'organo in esame, presi asetticamente subito dopo la morte dell'animale, vengono posti alla temperatura di  $37^{\circ}$  in provette sterili contenenti al fondo poche gocce di soluzione di cloruro di sodio, isotonica pel singolo organo. Questo viene adagiato sopra un pò di ovatta sterile.

L'Albrecht seguendo questa semplice tecnica è riuscito a provocare, dopo un certo periodo di tempo, la comparsa di figure di sostanza mielinica (intesa più in senso fisico-morfologico, che in senso chimico) nell'interno del protoplasma cellulare.

Secondo l'autore la massima parte delle forme mieliniche derivano da una trasformazione fisico-chimica di certe sostanze, preesistenti nella cellula, sostanze simili al grasso, („fettartige Gebilde“), che l'Albrecht chiama sostanze mielinogene. Queste sostanze si possono presentare sotto forma di granulazioni ed allora prendono il nome di *liposomi*.

Egli non esclude la possibilità che una parte delle figure mieliniche possa avere origine dalla sostanza cromatica nucleare: asserzione sostenuta posteriormente dal Dietrich.

E. Bizzozzero ha voluto riprendere le ricerche dell'Albrecht, sperimentando su feti di topo conservati asetticamente in camera umida o in termostato a  $37^{\circ}$ . In quasi tutti gli organi, dopo 24 ore, ha notato la comparsa di forme mieliniche postmortalì. Ha ottenuto risultati negativi nell'epidermide e nell'epitelio della mucosa della lingua.

Secondo l'autore il processo di formazione mielinica postmortale „si svolge uniformemente in tutti gli elementi del medesimo organo e rispettivamente in elementi della stessa specie o di specie differente in esso contenuti“.

Negli elementi del sistema nervoso centrale e della cartilagine ialina — posti in identiche condizioni di esperimento — si è chiaramente osservato che le forme mieliniche appaiono primitivamente nel protoplasma cellulare, mentre il nucleo corrispondente può presentare inalterata la sua forma e la sua colorabilità.

Il Cesaris Demel ponendo frammenti di polmone, fegato, rene

(alla temperatura ambiente di  $15^{\circ}$ — $20^{\circ}$ ) in soluzioni isotoniche, in rapporto alla tensione osmotica generale del plasma sanguigno, non ha notato lesioni visibili almeno nelle prime ore.

Castaigne e Rathery ponendo, fra l'altro, frammenti di rene per mezz'ora a  $37^{\circ}$  in soluzione di cloruro di sodio a concentrazione  $\triangle = -0,78$  (soluzione reno-conservatrice) non hanno ottenuto apprezzabili lesioni protoplasmatiche o nucleari; mentre tali alterazioni si presentavano, allorquando gli organi venivano posti in soluzione ipotoniche o ipertoniche.

Il Launoy ha voluto sperimentare su frammenti di fegato di coniglio, presi asetticamente, dopo aver aperto l'addome dell'animale col termo-cauterio.

La sterilità dell'organo veniva sempre controllata dall'esame colturale. I pezzi erano posti in tubi sterili, contenenti una soluzione di cloruro di sodio a concentrazione  $\triangle = -0,55$  (soluzione isotonica per la cellula epatica). Gli animali venivano tenuti a digiuno e ciò per evitare il passaggio nel mezzo salino di una abbondante parte di glucosio, proveniente dalla distruzione del glicogeno cellulare; passaggio che veniva a rompere l'isotonia del liquido adoperato. Egli ha compiuto le sue ricerche a diverse temperature, cioè a  $8^{\circ}$ — $16^{\circ}$ — $37^{\circ}$  (con o senza riscaldamento preventivo a  $55^{\circ}$  o a  $65^{\circ}$ ).

Riassumo le alterazioni cellulari, riscontrate dall'autore, nel fegato dopo un diverso periodo di autolisi a  $37^{\circ}$  C.

Nelle prime 20—24 ore il Launoy ha assistito da una parte ad una dissociazione di alcuni elementi del protoplasma, con scomparsa parziale del glicogeno, dall'altra ad una fusione lenta, ma continua dei plasmosoni fucsiofili. Il nucleo, in mezzo a tali alterazioni citoplasmatiche, è rimasto intatto.

I gravi fenomeni morfologici sono stati notati, dopo un periodo di latenza, dalla 21<sup>a</sup> alla 36<sup>a</sup> ore. Questo periodo è contraddistinto dalla comparsa di forme mieliniche, chiamate anche dal Launoy: *corpi osmioruberoфи*, perchè questi corpi posseggono la proprietà di ridurre il tetraossido di osmio e di colorarsi col rosso neutro.

L'autore ha potuto osservare che i fenomeni di autolisi nel fegato subivano un ritardo col riscaldamento a  $55^{\circ}$  e una completa inibizione

col riscaldamento a 65° o a 100°. Egli ha emesso quindi l'ipotesi, che le alterazioni cellulari, soprattutto di ordine fisico-chimiche, che si riscontrano nel corso dell'autolisi asettica siano di natura probabilmente enzimatica. Mentre l'Albrecht, come ho sopra riferito, dà importanza nell'autolisi asettica alla desintegrazione di una ipotetica sostanza mielinogena, il Launoy ammette invece che le forme mieliniche debbano essere interpretate probabilmente come un fenomeno di combinazioni instabili, che avvengono tra alcuni principi costitutivi della cellula e i prodotti di trasformazione autolitica del protoplasma o dei corpi lipoidi, ch'esso normalmente contiene.

Il Cesa Bianchi, seguendo la tecnica indicata dall'Albrecht, ha voluto studiare i fenomeni, che si svolgono durante l'autolisi asettica postmortale nella cellula renale, in presenza di una soluzione isotonica di cloruro di sodio all' 1,25%.

Egli ha posto frammenti di rene di topo, a diverse temperature cioè a 0°, a 37°, e a temperatura ambiente (15°—20°). Già dopo una mezz'ora di esperienza ha notato negli elementi cellulari, posti a temperatura ambiente, evidenti lesioni citoplasmatiche, consistente nella frammentazione dei bastoncini e consecutiva formazione di granuli sferici opachi, omogenei, invadenti in seguito tutto il citoplasma.

Verso la dodicesima ora l'autore ha assistito alla comparsa di „corpicciuoli spesso rotondeggianti, ma per lo più irregolari, fortemente splendenti, birifrangenti a luce polarizzata, che si tingono debolmente in rosso neutro, perdendo la loro birifrangenza“. Egli considera tali formazioni come figure mieliniche originate da quei minuti granuli splendenti, che in condizioni normali caratterizzano la zona interna della cellula renale, granuli che devono „essere ritenuti come mielina di natura lipoide, in una parola come liposomi“.

\*                      \*

L'anno scorso ho compiuto una serie di ricerche sull'autolisi asettica e sui principali reperti ottenuti ho creduto opportuno richiamare l'attenzione degli studiosi.

Ho sperimentato sul cuore di coniglio, posto asetticamente nel cosiddetto liquido nutritizio di Ringer-Locke, addizionato per lo più del 10‰ di sangue defibrinato dello stesso animale.

Il cuore di coniglio tolto asetticamente, con tutte le precauzioni di tecnica, è messo in una scatola Petri sterile. Esso viene diviso, con strumenti già sterilizzati, in tanti frammenti (di circa 7—8 mm), posti rispettivamente a due a due, in tubi contenenti la soluzione sterile di Ringer-Locke.

Per tutta la durata dell'esperienza i diversi tubi vengono mantenuti alla temperatura di 37°. Alcuni frammenti di muscolo cardiaco, tolto dall'animale appena ucciso, sono sottoposti ad un accurato esame istochimico per constatare l'eventuale presenza di sostanze grasse e lipoidi.

Dopo vario periodo di tempo (15'—24<sup>h</sup>) i diversi tubi vengono tolti dal termostato e i singoli frammenti dell'organo sono sottoposti alcuni all'esame a luce polarizzata, altri al trattamento col tetraossido di osmio, col rosso neutro, col Sudan III, col Fettponceau e col solfato di Nilblau.

Un pezzetto di tessuto di piccolo spessore è fissato sempre nel liquido del Bouin o in una soluzione formolo-bicromica (secondo la formula Regaud o Ciaccio). Segue il trattamento con bicromato di potassa al 3% per circa una settimana, e l'indurimento, l'imparaffinamento del pezzo, secondo le norme riferite dal Ciaccio nel suo lavoro sulla „fisio-patologia cellulare dei lipidi“, riprodotto dall' „Archiv für Zellforschung, nel vol. V del 1910“.

Le sezioni vengono colorate con soluzione satura in alcool a 80° di Sudan III o di Scarlatto R.; e dopo decolorazione o lavaggio, sono trattate con l'emallume o col Wasser-blau.

In media, dopo cinque a sei ore si può assistere alla comparsa di numerosi e piccoli granuli nell'interno del protoplasma cellulare di alcune cellule cardiache. La forma di questi granuli è per lo più irregolare, in alcuni è rotonda, in altri allungata. Allorquando sono ancora evidentemente riconoscibili i nuclei delle cellule in esame, essi appaiono liberi da granuli, mentre il protoplasma cellulare è ripieno di essi. Osservati alla luce polarizzata non presentano il fenomeno della doppia rifrangenza.

Queste formazioni sono capaci di assumere debolmente il rosso neutro, mentre si colorano bene col Sudan III.

Le sezioni dei pezzi, che hanno subito l'azione prolungata del bicromato di potassa, fanno chiaramente osservare le sopradette forma-

zioni, sparse nell'interno del protoplasma e disposte per lo più in serie secondo l'asse maggiore della cellula cardiaca.

Tali formazioni, per i loro caratteri microchimici, credo si debbano considerare di natura mielinica o in senso più lato di natura lipoidea.

Devo far notare i risultati ottenuti, trattando le sezioni col tetraossido di osmio. Con questo reagente è facile scorgere nelle sezioni dell'organo in esame una grande quantità di granuli, di color grigio o nero, irregolarmente sparsi nell'interno e all'esterno degli elementi cellulari. Tali formazioni non devono essere considerate come sostanze di natura grassosa, ma sono probabilmente legate alla produzione di alcune combinazioni riduttrici di diversa natura, come ha anche potuto osservare il Dietrich.

Il nucleo, dopo l'apparizione della figure mieliniche, comincia a presentare un primo stadio di iperromatosi, a cui segue una serie di alterazioni regressive fino alla scomparsa della struttura nucleare. Le formazioni lipoidee non si presentano contemporaneamente in tutte le cellule cardiache, ma spesso si osservano, accanto ad elementi cellulari ricchi di tali formazioni, altri che ne contengono poche o ne sono totalmente sprovviste.

In una serie di esperienze alla soluzione di Ringer-Locke ho voluto aggiungere piccole quantità ( $\frac{1}{2}$ —1 cc.) di tossina difterica, diluita al cinque per mille. Ho sempre ottenuto una intensificazione del processo di autolisi asettica; fatto già messo in evidenza da Hess e Saxl per il rene e per il fegato di coniglio e da Barlocco per gli altri organi.

I reperti morfologici rilevati nelle cellule cardiache del coniglio presentano una certa somiglianza con quelle alterazioni, che si riscontrano nelle cellule cardiache dello stesso animale, sottoposto all'azione della tossina difterica.

Però, secondo Dietrich e Hegler (che nelle loro esperienze hanno pure riscontrato una certa analogia tra le immagini degli organi custoditi asetticamente nel termostato e quelle degli organi di animali, in preda a processi degenerativi) pare che esista solo somiglianza morfologica e debbasi quindi ripudiare qualsiasi identificazione dell'autolisi colla degenerazione grassa.

„Es ist also vom morphologischen Standpunkt eine Identifizierung von Autolyse und fettiger Degeneration, mag man sie Fettmetamorphose oder Fettphanerose (Klemperer) nennen, mit Entschiedenheit abzulehnen.“

\*

\*

\*

Il Cesaris Demel ha compiuto varie ricerche facendo circolare del liquido di Ringer-Locke, addizionato del 10<sup>0</sup>/<sub>100</sub> di sangue defibrinato, con l'aggiunta di piccole quantità di veleni steatogeni (tossina difterica, arsenico, fluorizina) sul cuore isolato di coniglio, posto nell'apparecchio Langendorff-Adueco.

Con questo artificio l'autore ha potuto costantemente assistere alla «comparsa del grasso nelle fibre—cellule muscolari cardiache».

Il Cesaris Demel crede «che la comparsa e l'aumento talora considerevole di grasso nel cuore, nelle condizioni sopra ricordate, parli per la natura veramente degenerativa del processo, dimostrando così la produzione endogena del grasso dalle albumine cellulari».

L'autore stesso nelle sue esperienze sottoponendo le fibre cardiache ad un più accurato esame isto-chimico, avrebbe potuto persuadersi della natura lipoidea delle formazioni in esame, legate probabilmente a fenomeni di autolisi.

A mio avviso, si é in presenza di un processo di cosiddetta «degenerazione mielinica post mortale» e non di «degenerazione grassa» nel senso del Virchow.

Il Cesaris Demel ha rigettato a priori tale possibilità, basando la sua asserzione sul reperto grafico, che «parla di una vitalità dell'organo». Secondo me, la funzionalità del muscolo cardiaco nell'apparecchio del Langendorff-Adueco non esclude l'ipotesi che possono verificarsi durante la cosiddetta sopravvivenza dell'organo dei fenomeni di autolisi. Lo stesso Demel, in altre esperienze, conferma indirettamente tali ipotesi: egli ha potuto osservare dei cuori, presi dopo parecchio tempo dalla morte dell'animale, riprendere la loro funzionalità con assoluta regolarità della grafica. Questo fatto quindi non può rappresentare un criterio assoluto capace di farci escludere la comparsa di fenomeni di autolisi!



Dalle mie esperienze e da quelle del Cesaris Demel credo, invece, che si possa concludere che le cellule cardiache del coniglio, malgrado la presenza del cosiddetto liquido nutritizio, possano andar soggette alla cosiddetta «degenerazione mielinica post-mortale». Questa opinione trova una conferma nelle ricerche fisiologiche del Kronecker e della sua scuola, che considerano il liquido di Ringer-Locke poco confacente a mantenere la vitalità del cuore.

Giusto appare quindi il rimprovero fatto dal Cyon, nel suo ultimo lavoro, all'Hering, che ha voluto adoperare il liquido di Ringer-Locke, ritenendolo un vero liquido nutritivo del cuore.

Questa soluzione, d'altra parte, come provano alcune ben condotte esperienze del Langendorff, è da sola capace a produrre delle alterazioni nell'automatismo cardiaco dei ventricoli!

\*                      \*

Riguardo alla genesi delle figure mieliniche post-mortali l'Albrecht crede che, in seguito a processi di disgregazione cellulare, divengano visibili nel protoplasma delle sostanze simili al grasso, già preesistenti nella cellula. Tale fatto morfologicamente dimostrato dall'Albrecht è stato confermato da ripetute analisi chimiche. Queste hanno messo in evidenza che negli organi autolizzati non si ha alcun aumento di sostanze grasse prima e dopo l'autolisi.

Secondo Kraus, la comparsa delle figure mieliniche è intimamente legata ad uno «spostamento» di sostanze già preesistenti nella cellula.

Waldvogel, Mette ed altri, durante il processo di autolisi asettica hanno notato diminuzione di lecitine, aumento di jecorina, di colesterina, di acidi grassi e di grassi neutri: reperto ottenuto anche in casi di degenerazione grassa. Per tale rapporto gli autori sopradetti credono chimicamente provata l'identità tra autolisi e degenerazione grassa.

Ricerche chimiche ulteriori però hanno contestato le conclusioni del Waldvogel. Il Meinertz, per esempio, ha sollevato seri dubbi se la jecorina ottenuta dal Waldvogel (cioè la sostanza più essenziale del residuo alcoolico) sia un corpo chimicamente definibile o non piuttosto un miscuglio di sostanze, soprattutto rappresentate dalla lecitina.

Il Rosenfeld non accetta le conclusioni del Waldvogel e ritiene soprattutto che l'autolisi rappresenti la bacchetta magica („der Zauberstab“), che rende microscopicamente visibili (senza aumentarli) le lecitine, i protagonisti e le cerebrine, simulando in tal modo il quadro della «degenerazione grassa». Il Klemperer, in base alle sue esperienze e a quelle dei fisiochimici, volendo identificare l'autolisi asettica degli organi con la cosiddetta degenerazione grassa, propone per quest'ultima la denominazione di «fanerosi grassa».

Senza dubbio tra le due serie di fenomeni esistono delle fasi che presentano una spiccata somiglianza morfologica, ma in alcuni punti diversificano tanto da non potere essere fra loro confuse.

Per quanto riguarda più davvicino tale importante questione rimando ai lavori di Albrecht, Kraus, Rosenfeld, Waldvogel, Klemperer, Dietrich, Cesa-Bianchi ed ad un mio recente lavoro sulla «perturbazione del metabolismo cellulare dei grassi» edito dalla casa Mattei e Speroni di Pavia nel 1911.

Concludendo, io credo che allo stato attuale delle nostre conoscenze non siamo autorizzati ad identificare in modo assoluto i processi, che si svolgono in tessuti morti (es: nell'autolisi asettica) e in tessuti vitali (es: nella cosiddetta degenerazione grassa o lipo-lipoidea).

In entrambi i processi però le sostanze grassose provengono (probabilmente con diverso meccanismo genetico) dal grasso o dalle sostanze simili ad esso, già fisiologicamente esistenti nell'elemento cellulare, chimicamente ben dimostrabili e istologicamente non visibili.

---

## Lavori citati.

- Albrecht, Über die Bedeutung myelin. Substanzen in Zelleben. Verh. d. deutsch. pathol. Gesellsch. Kassel 1903.
- Barlocco, Influenza della tossina difterica sul processo autolitico. Ann. Istit. Maragliano. Vol. IV. 1910.
- Bizzozzero E., Osservazioni sulle forme mieliniche postmortali. R. Accad. Medica di Torino. Marzo 1905.
- Carini, Contributo allo studio della metamorfosi grassosa. Lo sperimentale. Anno LV. 1901.
- Castaigne et Rathery, Lesions du rein dans l'intoxication aigue expérim. etc. Archiv. de méd. exp. et d'Anat. pathol. T. 20. 1908.
- Cesa-Bianchi, Contributo alla conoscenza della anatomia e della fisiopatologica renale. — Intern. Monatsschrift für Anat. u. Phys. Bd. XXVII. H. 1—3. 1910.
- Cesaris Demel, Sulle degenerazioni vacuolari da squilibrio osmotico. Lo sperimentale. pag. 5. 1905.
- , Origine endogena del grasso. Atti R. Accademia Scienze di Torino. 1907.
- Ciaccio, Contributo alla distribuzione e alla fisio-patologia dei lipoidi. Archiv für Zellforschung. Bd. V. Heft 2. 1910.
- Cyon, Myogene Irrungen. Archiv für die Gesamte Physiol. (Pfüger). Bd. CXIII. 1906.
- Dietrich, Die an aseptisch aufbewahrten Organen auftretenden Veränderungen. Verh. d. dtsch. Path. Gesellsch. Kassel. 1903.
- , Die Störungen des zellulären Fettstoffwechsels. Lubarsch-Ostertag, Ergebnisse der allg. path. und pathol. anat. Wiesbaden 1910.
- Dietrich und Hegler, Die morphologischen Veränderungen aseptisch aufbewahrter Organe in ihren Beziehungen zur Autolyse und fettigen Degeneration. Arbeit. a. d. pathol. Institut. Tübingen. Bd. 4. Heft 3. 1903.
- Garnier et Sabareanu, Recherches sur l'autolyse aseptique du foie. Compt. rend. Soc. Biologie. Nr. 11. 1910.
- Hess und Saxl, Experimente an autolisierenden Organen. Wiener klin. Wochenschr. Bd. 21. S. 486. 1908.
- Klemperer, Über Verfettung der Nieren. Deutsche med. Wochenschr. Nr. 3. 1909.
- Kraus, Über die in abgestorbenen Geweben spontan auftretenden Veränderungen. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmak. Bd. XXII. 1902.
- Launoy, Contribution à l'étude histophysiologique de l'autolyse aseptique du foie. Annales de l'Inst. Pasteur. Vol. XXIII. 1908.

470 Giuseppe D'Agata, Autolisi asettica e forme mieliche postmortali.

Mette, Kann man in menschlichen, fettig degenerierten Organen den Gang der Autolyse wiedererkennen? Diss. Göttingen 1905.

Rosenfeld, Studien über Organverfettung. Archiv für exp. Patholog. Bd. 55. 1906.

Sacerdotti, Sul grasso nella cartilagine. Atti R. Accad. Scienze di Torino. 1899.

Saxl, Über die Beziehung der Autolyse zur Zellverfettung. Hofmeister Beitr. Bd. VII. 1908.

Waldvogel und Mette, Die Autolyse in menschlichen, fettig degenerierten Organen. Münch. med. Wochenschrift. Nr. 9. 1906.

---

# Referat.

Von

**Fr. Kopsch.**

**Karl Camillo Schneider**, *Tierpsychologisches Praktikum in Dialogform*. 8°. 719 Seiten. 139 Fig. Leipzig, 1912. Veit & Co. M. 16.—, gebunden M. 17.50.

Sieben Personen, Vertreter verschiedener Fächer und verschiedener Anschauungen, besprechen und analysieren die Handlungen der Tiere. Zum Schluß einigen sie sich auf ein Schema, das für alles Biologische Geltung hat, ja als Weltschema bezeichnet werden kann.

Die redenden und handelnden Personen sind ein Biologe, ein Darwinist, ein Lamarkist, ein Monist, ein Physiologe, ein Psychologe, ein Vitalist. Dazu kommt noch bei einer Gelegenheit ein Laie.

Die Formen, in welchen diese sieben Personen miteinander verkehren, sind stellenweise recht scharf. Für manche Leser gewinnt dadurch die Darstellung vielleicht an Lebendigkeit. Plattheiten aber, wie: „Sie ahnungsloser Engel. Sie!“ und Grobheiten: „Der Ochse kaut immer seinen Fraß, wie Sie Ihren Stumpfsinn,“ sind wenig geschmackvoll und wären besser unterblieben.

Der Physiologe, als einfacher Denker, wird von den psychologisch, formallogisch und philosophisch geschulten anderen oftmals nichtachtend behandelt, gescholten, verspottet. Nur sein Geschick im Experimentieren wird anerkannt. Aus seinen Experimenten werden die anderen die Schlüsse ziehen.

Das Buch enthält drei Hauptteile: 1. Wahrnehmung, 2. Handlung, 3. Erfahrung. Die beiden ersten mit je 10, der dritte mit 11 Kapiteln oder „Kursen“, wie der Autor sagt. Die Besprechung der einzelnen Themata schließt sich an die Schilderung von Experimenten, deren Verständnis durch die beigegebenen Abbildungen bestens unterstützt wird.

In jedem der drei Hauptteile schreitet die Darstellung von niederen zu höheren Formen vor. Es werden behandelt im ersten Teil (Wahrnehmung) Formrezeption, der homogene und heterogene Reiz, der quantitative Reiz, die Gegenwelt, die Orientierung der Insekten, die Identitätstheorie, die spezifische Nervenenergie, die zentrale Lokalisation, das periphere Subjekt.

Der zweite Teil (Handlung) schildert: Tropismen, Methode des Versuchs und Irrtums, Zweck und Zufall, Lehre vom Erregungsausgleich. Mono-, Bi- und Tripolarhypothese, psychische Umstimmung, Affekt, intellektuelle Bewertung der Instinkte, verschiedene Handlungstypen, Synthese.

Der dritte Teil (Erfahrung) enthält: Gewöhnung, Theorien des Gedächtnisses, Tierträume, Spiele der jungen Tiere, Spiele der alten Tiere, sogenannte Intelligenz bei Vertebraten, Erfahrung, Sprache der Tiere, Objektive Psychologie, Synthese (die biologischen Schemen), Synthese (das allgemeine Schema).

Dieses allgemeine Schema ist: Energie, Gegenwelt, Reflex ins Somatische, Einstellung, Kategorie, Entropie oder vereinfacht: Ektropie (= Entelechie oder Kategorie), Entropie, Idee (= Gegenwelt), Energie. Ein Weltschema ist dies „weil die genaue Analyse des Bewußtseins von selbst über die Tierwelt hinausführt, von der wir ausgingen. Denn Bewußtsein ist das Um und Auf der ganzen Welt! . . . Die Herren Physiologen stellten Bewußtsein für die Tiere in Abrede oder erklärten es wenigstens für überflüssig zum Zustandekommen der Handlungen. Jetzt sehen wir mit Staunen, daß überhaupt alles Geschehen Bewußtsein ist und es auf der Welt gar nichts anderes gibt. Monismus der vollkommensten Art, der zugleich doch auch den Dualismus in sich schließt. Es gibt eben zwei Arten von Bewußtsein: das ektropische und das entropische. Beide partizipieren am Sein der Welt“.

---

Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

# Gesammelte Werke

von

# Robert Koch.

Unter Mitwirkung

von

**Prof. Dr. G. Gaffky,**  
Geh. Ober-Med.-Rat und Direktor des  
Instituts für Infektionskrankh. in Berlin

**Prof. Dr. E. Pfuhl,**  
General-Ober-Arzt a. D.  
in Berlin

herausgegeben

von

**Prof. Dr. J. Schwalbe,**  
Geh. San.-Rat in Berlin.

Mit 194 Textabbildungen, 45 teils farbigen Tafeln,  
einem Porträt und der Grabstätte im Institut „Robert Koch“.

**Drei Bände. Gr.-Lex.-8<sup>o</sup>.**

**Kartoniert M. 80.—, gebunden M. 88.—.**

Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

---

# Taschenbuch der klinischen Hämatologie

von

Dr. von Domarus,

Assistent an der II. medizinischen Klinik in München.

Mit einer farbigen Doppeltafel und einem Anhang:

Röntgenbehandlung bei Erkrankungen des Blutes und der blut-  
bereitenden Organe von Prof. H. Rieder.

Geb. M. 4.—.

---

# Lehrbuch der Krankheiten des Säuglings

von

Dr. A. Lésage,

Paris.

Übersetzt und mit Anmerkungen versehen von Prof. Dr. Rud. Fischl, Prag.

===== Mit 73 Abbildungen. =====

M. 12.—, geb. M. 13.—.

---

# Grundriss der Biochemie

von

Prof. Dr. C. Oppenheimer,

Berlin.

Geb. M. 9.—.

---

# Chemische Methodik für Ärzte

von

Prof. Dr. C. Oppenheimer,

Berlin.

**Zweite Auflage**, bearbeitet von Dr. W. Glikin.

M. 2.40.

---



# Internationale Monatsschrift

für

# Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan, S. Ramón y Cajal in Madrid, H. F. Formad in Philadelphia, C. Golgi in Pavia, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge, G. Retzius in Stockholm

**E. A. Schäfer**

in Edinburg

**L. Testut**

in Lyon

und

**Fr. Kopsch**

in Berlin.

Band XXIX. Heft 10/12.

LEIPZIG 1913

Verlag von Georg Thieme.

# Inhalt.

	Seite
<b>E. V. Cowdry</b> , The relations of mitochondria and other cytoplasmic constituents in spinal ganglion cells of the pigeon. (With plates XV—XVII) . . .	473
<b>Osv. Polimanti</b> , Sugli effetti consecutivi al taglio del nervo Ottavo (VIII) nei pesci ( <i>Trigla</i> sp. div.). (Con 20 figg.) . . .	505
<b>Dr. G. Marsiglia</b> , Le Fibre elastiche nelle capsule articolari. (Con tav. XVIII)	541
<b>Fr. Kopsch</b> , Referate . . . . .	547

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 50 Sonderabdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden direkt an die Redaktion: Prof. Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf bei Berlin, Kaiserplatz 2, erbeten.

*Reprints. Contributors desiring more than 50 extra copies of their articles can obtain them at reasonable rates by application to the publisher Georg Thieme, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Germany.*

*Contributions* (French, English, German, Italian or Latin) should be sent to the associate editors or to the editor Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf by Berlin, Kaiserplatz 2.

**Avis.** Les auteurs des mémoires insérés dans ce journal qui désireront plus de 50 tirages à part de leurs articles, les obtiendront à des prix modérés en s'adressant à M. Georg Thieme, libraire-éditeur, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Allemagne.

Les articles écrits *en allemand, en anglais, en français, en italien ou en latin* doivent être adressés à l'un des Professeurs qui publient le journal, ou à M. Fr. Kopsch à Wilmersdorf près de Berlin, Kaiserplatz 2.

## Die bisher erschienenen Bände kosten:

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Bd. I . . . . .</td><td style="text-align: right;">M. 40.—</td></tr> <tr><td>„ II . . . . .</td><td style="text-align: right;">52.—</td></tr> <tr><td>„ III . . . . .</td><td style="text-align: right;">47.50.</td></tr> <tr><td>„ IV . . . . .</td><td style="text-align: right;">72.—</td></tr> <tr><td>„ V . . . . .</td><td style="text-align: right;">63.—</td></tr> <tr><td>„ VI . . . . .</td><td style="text-align: right;">77.50.</td></tr> <tr><td>„ VII . . . . .</td><td style="text-align: right;">87.—</td></tr> <tr><td>„ VIII . . . . .</td><td style="text-align: right;">100.—</td></tr> <tr><td>„ IX . . . . .</td><td style="text-align: right;">76.30.</td></tr> <tr><td>„ X . . . . .</td><td style="text-align: right;">93.50.</td></tr> <tr><td>„ XI . . . . .</td><td style="text-align: right;">92.60.</td></tr> <tr><td>„ XII . . . . .</td><td style="text-align: right;">79.—</td></tr> <tr><td>„ XIII . . . . .</td><td style="text-align: right;">76.10.</td></tr> <tr><td>„ XIV . . . . .</td><td style="text-align: right;">48.30.</td></tr> </table>	Bd. I . . . . .	M. 40.—	„ II . . . . .	52.—	„ III . . . . .	47.50.	„ IV . . . . .	72.—	„ V . . . . .	63.—	„ VI . . . . .	77.50.	„ VII . . . . .	87.—	„ VIII . . . . .	100.—	„ IX . . . . .	76.30.	„ X . . . . .	93.50.	„ XI . . . . .	92.60.	„ XII . . . . .	79.—	„ XIII . . . . .	76.10.	„ XIV . . . . .	48.30.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Bd. XV . . . . .</td><td style="text-align: right;">M. 73.—</td></tr> <tr><td>„ XVI . . . . .</td><td style="text-align: right;">70.50.</td></tr> <tr><td>„ XVII . . . . .</td><td style="text-align: right;">65.—</td></tr> <tr><td>„ XVIII . . . . .</td><td style="text-align: right;">75.—</td></tr> <tr><td>„ XIX . . . . .</td><td style="text-align: right;">50.—</td></tr> <tr><td>„ XX . . . . .</td><td style="text-align: right;">59.—</td></tr> <tr><td>„ XXI . . . . .</td><td style="text-align: right;">70.—</td></tr> <tr><td>„ XXII . . . . .</td><td style="text-align: right;">50.—</td></tr> <tr><td>„ XXIII . . . . .</td><td style="text-align: right;">55.—</td></tr> <tr><td>„ XXIV . . . . .</td><td style="text-align: right;">78.—</td></tr> <tr><td>„ XXV . . . . .</td><td style="text-align: right;">56.—</td></tr> <tr><td>„ XXVI . . . . .</td><td style="text-align: right;">60.—</td></tr> <tr><td>„ XXVII . . . . .</td><td style="text-align: right;">78.60.</td></tr> <tr><td>„ XXVIII . . . . .</td><td style="text-align: right;">70.—</td></tr> </table>	Bd. XV . . . . .	M. 73.—	„ XVI . . . . .	70.50.	„ XVII . . . . .	65.—	„ XVIII . . . . .	75.—	„ XIX . . . . .	50.—	„ XX . . . . .	59.—	„ XXI . . . . .	70.—	„ XXII . . . . .	50.—	„ XXIII . . . . .	55.—	„ XXIV . . . . .	78.—	„ XXV . . . . .	56.—	„ XXVI . . . . .	60.—	„ XXVII . . . . .	78.60.	„ XXVIII . . . . .	70.—
Bd. I . . . . .	M. 40.—																																																								
„ II . . . . .	52.—																																																								
„ III . . . . .	47.50.																																																								
„ IV . . . . .	72.—																																																								
„ V . . . . .	63.—																																																								
„ VI . . . . .	77.50.																																																								
„ VII . . . . .	87.—																																																								
„ VIII . . . . .	100.—																																																								
„ IX . . . . .	76.30.																																																								
„ X . . . . .	93.50.																																																								
„ XI . . . . .	92.60.																																																								
„ XII . . . . .	79.—																																																								
„ XIII . . . . .	76.10.																																																								
„ XIV . . . . .	48.30.																																																								
Bd. XV . . . . .	M. 73.—																																																								
„ XVI . . . . .	70.50.																																																								
„ XVII . . . . .	65.—																																																								
„ XVIII . . . . .	75.—																																																								
„ XIX . . . . .	50.—																																																								
„ XX . . . . .	59.—																																																								
„ XXI . . . . .	70.—																																																								
„ XXII . . . . .	50.—																																																								
„ XXIII . . . . .	55.—																																																								
„ XXIV . . . . .	78.—																																																								
„ XXV . . . . .	56.—																																																								
„ XXVI . . . . .	60.—																																																								
„ XXVII . . . . .	78.60.																																																								
„ XXVIII . . . . .	70.—																																																								

Bd. I—XXV statt M. 1706.30 nur **M. 1200.— bat.**

(From the Anatomical Laboratory of the University of Chicago.)

## **The relations of mitochondria and other cytoplasmic constituents in spinal ganglion cells of the pigeon.**

By

**E. V. Cowdry.**

(With plates XV—XVII.)

### **Contents.**

1. Introduction . . . . .	473
2. The neurosomes of Held . . . . .	476
3. Mitochondria . . . . .	479
4. The relation of the neurosomes of Held to mitochondria . . . . .	487
5. Nissl substance, canalicular apparatus and neurofibrils . . . . .	489
6. Conclusions . . . . .	497
7. Bibliography . . . . .	499
8. Explanation of figures . . . . .	502

### **I. Introduction.**

The structure of the cytoplasm of nerve cells is of absorbing interest to the anatomist, the psychiatrist and to many others. The reason for this is self-evident. The optically homogeneous ground substance has baffled all attempts at enquiry; but the Nissl substance, the neurofibrils, the canalicular apparatus and the mitochondria, which are imbedded in it, have formed centres for most diligent research.

The Nissl substance was first observed by Flemming in 1882; but it was not until several years later that Nissl published the details of his famous method, and in doing so opened up a vast field for original investigation. And investigators were not slow to make use of the opportunity thus offered, for these cytoplasmic granulations

have now been studied from almost every conceivable point of view. The psychiatrists have repeatedly attempted to find in them an explanation of obscure mental conditions, the physiologist has associated them with the phenomena of fatigue, neurologists have studied their development, structure and cytoplasmic arrangement, and the biochemist has analysed them microchemically and determined their composition with a certain degree of precision.

The neurofibrils have been brought into prominence chiefly through the researches of Apáthy, Cajal, Bethe and others. They, in turn, were seized on by neurologists in expectation that they might serve to elucidate the causation of mental diseases of doubtful character, and afford some clue to the interpretation of the phenomena of the conduction of the nervous impulse. Neither of these hopes has as yet been realized. Neurologists are divided into two schools: those who believe that the neurofibrils are the medium of the conduction of the nervous impulse, and those who think that they are merely supportive and play no part in it. The origin of these structures is in active debate.

The first descriptions of a canalicular system in nerve cells are obscure and difficult to interpret. The stimulus for all the recent work came from the researches of Golgi, who published his first contribution on the internal reticular apparatus in 1898. Many investigators have subsequently described networks and canalicular structures of diverse appearances in nerve cells, the identity of which is at present under discussion. Little, if anything, is known of the development or of the function of this reticular apparatus.

Although mitochondria were observed and even figured in nerve cells by Altmann as far back as 1894, they have not been recognized as such and studied until very recently. They are only now being brought into prominence as a result of the rapprochement which is taking place among neurologists and histologists. Formerly the neurologist was content to study nervous tissue only, and the histologist exclusively non-nervous structures. The discoveries made by the one were rarely correlated with those made by the other. In the field of neurological cytology alone, the terms given by each investigator

of note to the structures observed by him have differed from those used by others, and as a result synonyms have accumulated to an extraordinary degree. Furthermore, men have been content to study in detail one constituent of the cytoplasm to the total exclusion of all others, and to build upon this basis theories of function. The inevitable result is confusion. The tendency, at present, of the most recent work is correlation. Investigators are now working with the broad biological conception that all cells are in a sense fundamentally similar. The immediate outcome is this: that mitochondria are being recorded in all cells from plants and the lowest protozoa to man, the Nissl substance and the canalicular apparatus are being shown to be of the most general distribution, and fibrils in epidermal and other cells are found to bear an extremely close resemblance to neurofibrils.

The object of this investigation is to extend this process of correlation. A single type of tissue has been chosen and to it have been applied as many different forms of recognised, classical, cytological technique as possible. Many of these methods have never before been applied to nerve cells, while others have been almost exclusively confined to them. In several instances one method has been employed after another to demonstrate the similarity or the dissimilarity of the structures shown by each. Believing that the cell is a harmonious whole and that any attempt to dissociate its constituents is likely to result in error, the general view point of synthesis has been adopted. The term synthesis is here intended to express the successive demonstration in a single cell of all of its known cytoplasmic constituents, which are present in the living condition although practically invisible. This is often accomplished by applying one stain to a cell, fixing it in, adding another and another; or else by staining one component in a specific fashion, and then dissolving out the dye and staining others in the same cell by appropriate methods. All the figures have been drawn from, and all the descriptions refer to spinal ganglion cells of the adult pigeon.

Finally, I wish to acknowledge my indebtedness to Professor R. R. Bensley, and to Professor C. Judson Herrick for many suggestions and for their invaluable criticism.

## 2. The neurosomes of Held.

Held published the details of his erythrosin-methylene blue method in 1895, and by means of it described certain granulations in nerve cells which he called "Neurosomes". Two years later he included under the same heading bodies which he observed in preparations made by Altmann's method (bioblasts) and in specimens fixed in potassium bichromate and stained by Heidenhain's iron hematoxylin method. He thought (1895, p. 412) that the erythrosin-stained granules constitute the fibrils of Schultze, and also (1897, p. 240) that the neurofibrils of Dogiel are rows of neurosomes. The neurosomes have subsequently been described and discussed by Hatai (1903), who devised two special methods for their demonstration, and by many others. In 1906 Held modified his former statement by declaring (p. 185) that the neurosome-containing neuroplasma comprises also special and conspicuous structural elements, the neurofibrils, which were described by Max Schultze. Finally, Martin Heidenhain (1911, p. 829) affirmed that the neurosomes are neurofibrils stained in an incomplete and discontinuous fashion.

The identity of the granules which Held observed by his erythrosin-methylene blue method, the Altmann technique, and by his modification of the iron hematoxylin method of Heidenhain is doubtful.

*1. The erythrosin-methylene blue method.* — Held gives the details of this procedure after fixation in Van Gehuchten's fluid, 96% alcohol, picro-sulphuric acid, 1% sublimate in 40% acetone, and a 1:500 aqueous solution of chromic acid, in his first paper (1895, p. 399). I have easily duplicated his results in the case of all the fixations. The tissues fixed in Van Gehuchten's fluid gave by far the most brilliant preparations, for in them the neurosomes could be seen as very minute red-stained granules of more or less irregular shape and staining affinities, standing out sharply against a colourless background (fig. 12). These bodies occur throughout the cytoplasm. They are most abundant between the Nissl bodies (stained blue) in the central portions of the cell, also especially in the region of the axone hillock, where they tend to be arranged in rows; but they occur, though less thickly, in a peripheral zone of cytoplasm which is free from Nissl

substance, and between the neurofibrils in the axone. Occasionally, however, they are not more numerous in the axone hillock than elsewhere. They stain of the same colour as do the neurofibrils. Compare figures 12 and 13 with Held, 1895, plate XIII, fig. 2; and with Hatai, 1903, plate XIII, fig. 1.

2. *The Altmann method.* — In preparations made by the Altmann method (Held, 1897, p. 228) I found it possible to study with ease very minute, sharply delineated, straight or slightly curved, rod-shaped bodies, about three times as long as broad with rounded ends, apparently similar to those figured by Held (1897, plate XI, figures 1 and 2). They appear stained a uniform bright red colour, show up clearly between the yellowish flakes of Nissl substance, and are distributed fairly equally throughout the cytoplasm; but they are not so numerous as the erythrosin-stained granules mentioned above. These tiny rods occur together with brown stained neurofibrils in the axone. They are much less numerous, in the region of the axone hillock, than the erythrosin-stained granules; and they are arranged in a constant fashion with their long axes parallel to the neurofibrils, whereas in the remainder of the cell no definite orientation can be distinguished. Much better and more uniform preparations may be obtained from this Altmann material if the sections, fixed to the slides, are treated with a 1% aqueous solution of potassium permanganate for about 30 sec. The permanganate is removed by rinsing in a 5% aqueous solution of oxalic acid for a few seconds, and finally the sections are washed in distilled water for several minutes before staining (fig. 5).

3. *The iron hematoxylin method of Held.* — It was naturally found difficult to obtain preparations showing the neurosomes by the modification of the iron hematoxylin method of Heidenhain advocated by Held (1897a, p. 275), because he has not given the details of it. He says, however, that he obtained his best results with material fixed in fresh solutions of potassium bichromate under certain conditions which he does not specify. Spinal ganglia of the pigeon were fixed in freshly prepared potassium bichromate solutions, of varying strengths, for different lengths of time. The series of tissues were

imbedded, sectioned, and stained according to Heidenhain's (1906) iron hematoxylin method. The results were very satisfactory (fig. 2); for in those fixed four to 22 hours in a cold saturated solution of potassium bichromate, stained with iron hematoxylin, and counterstained in a 1% aqueous solution of erythrosin, fine dark gray or black rods, similar in all respects to those seen in the Altmann preparations, could be observed. It seems evident from a consideration of Held 1897a, plate III, fig. 10, that these bodies are the neurosomes seen by him.

The arguments in favour of the identity of the neurosomes which Held observed in his Altmann and iron hematoxylin preparations are:

1. Similarity in relative number, size, shape (rod-like), clearness of outlines, uniformity of staining affinities, distribution and orientation in the cytoplasm.

2. The iron hematoxylin technique was employed by Held after potassium bichromate fixations, but it demonstrates these bodies clearly after Altmann fixation, and the Altmann staining method after fixation in potassium bichromate. That is, the methods of staining are interchangeable, there being no difference in the staining reactions of the neurosomes as demonstrated by the iron hematoxylin and Altmann methods used by Held.

The evidence for the conclusion that the granules, which he studied by means of his erythrosin-methylene blue technique after Altmann and other fixations, are of a different nature is as follows:

1. They are more numerous than are the bodies demonstrated by the Altmann and iron hematoxylin methods, especially in the region of the axone hillock where they are densely crowded together.

2. Their size is variable, ranging from the most minute specks to fair sized granules; and their shape is extremely irregular. Contrast this with the uniformly rounded, rod-like neurosomes just mentioned.

3. The staining reactions of these bodies are also variable, some staining with greater intensity than others.

4. Supplementary evidence is derived from the fact that these bodies, demonstrable by the erythrosin-methylene blue method, cannot



be stained in a typical fashion by either the Altmann method, the iron hematoxylin method as used by Held, or by any of the mitochondrial methods to be enumerated subsequently. Furthermore, the erythrosin-methylene blue technique, when applied to material fixed in Altmann's fluid, potassium bichromate according to Held, or in other fixatives suitable for mitochondria, does not stain either neurosomes or mitochondria in a characteristic manner. Thus, the staining reactions of these bodies are quite different from those of the rod-shaped neurosomes above mentioned.

The nature of these erythrosin-stained granules will be considered in detail in section 4.

### 3. Mitochondria.

Benda introduced the term "mitochondria" (thread-like granules) in 1897 in his paper on the histogenesis of spermatozoa. These structures have heretofore been described in adult and embryonic nerve cells and have been given a large variety of names; but confusion has reigned regarding their relation to other cytoplasmic components and to mitochondria in other than nerve cells.

Altmann (1892, p. 52) described them and termed them bioblasts. His technique consisted of staining with acid fuchsin, and, as a result, mitochondria have often been referred to subsequently as fuchsinophile granules. This term is unfortunate and misleading, for fuchsin stains many structures in the nerve cell in addition to mitochondria, especially lipoid granules and certain of Held's neurosomes which are not mitochondria (*vide infra*). An example of the confusion which has arisen from the attempt to identify and interpret these bodies upon a purely morphological basis is afforded by the number of supplementary terms which have been devised and employed to describe them: chondriosomes (granules), chondriocentes (thread-like granules), chondriomites (thicker elongated granules), and chondriomes (fusion of a number of granules into a more or less compact mass), by Meves 1908, Hoven 1910, Duesberg 1910 et al. Samssonow (1910) in salamander larvae, and Meves (1910a, p. 650) in leucocytes, have shown that Flemming's fila, Altmann's granules and the chondriosomes are

all the same thing. Both used Altmann's and Benda's method and the iron hematoxylin method of Heidenhain as a means of identification. Nageotte (1909) records the occurrence of mitochondria in several different types of nerve cells. He believes that they are identical with the neurosomes of Held and the bioblasts of Altmann. Perroncito (1911, p. 341), however, concludes that the mitochondrial formations cannot be regarded as corresponding exactly to the bioblasts of Altmann or the Filarmasse of Flemming. Duesberg (1910a, p. 612) remarks that no elements (chondriosomes) persist in the adult nerve fiber which may be stained by Benda's method, and Hoven (1910, p. 472) states that the chondriocotes disappear rapidly in development, only a few persisting capable of being stained in adult spinal ganglion cells of the fowl. He concludes, further (p. 479), that these persistent chondriocotes correspond to the internal reticular apparatus of Golgi, the Binnennetz of Kopsch, etc. Meves also (1910a, p. 655) arrives at the conclusion that no chondriosomes remain, as such, in adult spinal ganglion cells.

In this section it will be shown that mitochondria do occur in adult spinal ganglion cells of the pigeon, and the evidence will be deduced chiefly from the application to them of a large number of different forms of recognized mitochondrial technique. While none of these methods, taken alone, is specific for mitochondria, still, as a whole, they furnish conclusive proof of the mitochondrial nature of this series of cell granulations.

1. *Observation in the living unstained condition.* — Mitochondria may be seen in the living, unstained, spinal ganglion of the pigeon if the cells are teased out in 0.75% sodium chloride solution, and are examined with the best Zeiss apochromatic lenses. They appear as minute, highly refractile bodies, of uniform size and shape, distributed throughout the cytoplasm. They are sometimes arranged in rows which seem to show a tendency to radiate up into the cell body from the axone hillock.

2. *Vital staining.* — The probability that these fine granules are mitochondria is made almost a certainty, for they may be seen under the microscope to stain brilliantly with janus green. This dye was

first introduced as a vital stain by Michaelis (1899, p. 565). He applied it to gland cells as a means of demonstrating the basal filaments. Since then it has never been extensively used. Bensley (1911) has shown that it is almost specific for mitochondria and has utilized it as such. In fig. 18 a spinal ganglion cell is illustrated which was stained by injection with, and subsequent immersion in, a 1:10000 solution of janus green in 0.75% sodium chloride solution. The vast wealth of mitochondria as compared with the other figures is of course due to two factors: first, that we are dealing with an entire cell, not a very thin section of one; and secondly, that there is no counterstain.

3. *The Altmann method.* — Samssonow (1910) and Meves (1910a) have both employed the Altmann method and have shown that it demonstrates mitochondria with great clearness.

I have found that the mitochondria in the nerve cell can be beautifully stained by Altmann's technique (1890, p. 27): the results of this method have already been described under the heading of neurosomes (fig. 5). Compare fig. 5 with Held, 1897, plate XIII, figures 1 and 2, and with Altmann, 1890, plate XI, fig. 2.

4. *The Benda method.* — Even the Benda method cannot be said to be specific for mitochondria: but it is the most widely used of all our methods. One of the latest modifications of the original technique (Benda, 1901) is that given by Meves and Duesberg (1907, p. 574). Preparations were made by it and by reference to fig. 4 it will be at once evident that the fine deeply blue stained rods distributed between the flakes of Nissl substance are identical in form and distribution with the bodies already described. Compare fig. 4 with Hoven, 1910, plate XV, and with Duesberg, 1910a, plates XXVIII to XXX.

5. *Iron hematoxylin methods.* — Iron hematoxylin, in its various modifications, is one of the oldest and one of the most used methods for the demonstration of mitochondria. The staining and differentiation are generally done according to the original instructions of Martin Heidenhain (1896, p. 186). It is in the fixation that the technique chiefly varies. The preparation from which fig. 3 was drawn was fixed in Meves' modification of Flemming's fluid (1908, p. 832) for

46 hours and stained with iron hematoxylin. By the use of this iron hematoxylin method the mitochondria may be clearly seen after the following fixations: Benda's fluid, Altmann's fluid, acetic-osmic-bichromate, Bensley's formalin-bichromate-sublimate and chrome-sublimate.

The morphology and cytoplasmic arrangement of mitochondria are the same after all these fixations. The preparations may be improved by rinsing in water after staining in the iron alum, and then counter-staining in a 1% aqueous solution of pyronin, or neutral red, or in a saturated aqueous solution of safranin for from three to four minutes. This brings out the Nissl substance very brilliantly. Compare fig. 3 with Meves, 1908, plate XLII.

6. *The copper-chrome-hematoxylin method.* — The details of Bensley's copper-chrome-hematoxylin method are as follows:

#### I. Fixation.

1. Fix spinal ganglia of the pigeon for 2, 4, 8 or 16 hrs. in either of the following solutions.
  - A. Acetic-osmic-bichromate mixture.
    - 2.5% aq. soln. potassium bichromate 16 ccm.
    - 2% aq. soln. osmic acid 4 ccm.
    - Acetic acid two small drops.
  - B. Altmann's osmic-bichromate mixture.
    - 5% aq. soln. potassium bichromate 10 ccm.
    - 2% aq. soln. osmic acid 10 ccm.
2. Wash in aq. dist. 1 hr.
3. Dehydrate in 50%, 70%, 95% and abs. alc., 24 hrs. each.
4. Half abs. alc. and bergamot oil, 1 hrs.
5. Pure bergamot oil, 3 hrs.
6. Half bergamot oil and paraffin, 1 hr.
7. 60° C paraffin, 2 to 3 hrs. Imbed. Cut sections 4  $\mu$  and fix to the slides by the albumen water method.

#### II. Staining.

1. Pass down through toluol, abs. alc. 95%, 70% and 50% alc. to aq. dist. in staining jars.
2. Sat. aq. soln. copper acetate, 5 min.
3. Wash in several changes of aq. dist., 1 min.
4. 0.5% aq. soln. hematoxylin, 1 min. (If the copper acetate has not been sufficiently washed out a black precipitate forms in the hematoxylin.) The hematoxylin soln. should be well ripened. It may be obtained by dilution down from a 10% alcoholic stock solution.
5. Rinse in aq. dist.
6. 5% aq. soln. neutral potassium chromate, 1 min. (Sections should turn a dark blue-black colour. If they are only a light blue shade, rinse in aq. dist., place again in the copper acetate, and carry through as just

described several times until no increase in the depth of the colour results).

7. Wash in aq. dist. and return for a few seconds to the copper acetate in order to convert all of the dye into the copper lake.
8. Wash again several minutes in aq. dist.
9. Differentiate under the microscope in Weigert's borax-ferricyanide mixture diluted with two volumes of water.
10. Wash 6 to 8 hrs. in tap water.
11. Dehydrate in alcohol, clear in toluol, and mount in balsam.

In preparations made by this method the mitochondria appear in an extremely distinct and sharply cut manner on account of their dark blue-black colour and of the clearness of the background. Such a preparation is shown in fig. 7.

7. *The acid fuchsin-methyl green method.* — I have found that in the nerve cell the most constant and satisfactory of all the mitochondrial methods, is Bensley's acid fuchsin-methyl green technique. It gives clear pictures: and demonstrates specifically, in addition to mitochondria, the three remaining known components of the cytoplasm. I am also indebted to him for permission to publish the particulars of this method, which are as follows:

#### I. Fixation.

1. Fix spinal ganglia of the pigeon for 2, 4, 8 or 16 hrs. in either the acetic osmic bichromate mixture or Altmann's fluid (vide supra).
2. Wash, dehydrate, clear, imbed and section as indicated in method 6.

#### II. Staining.

1. Pass down through toluol, abs., 95%<sub>100</sub>, 70%<sub>100</sub> and 50%<sub>100</sub> alc. to aq. dist.
2. 1%<sub>100</sub> aq. soln. potassium permanganate, about 30 sec.; but this time must be determined by trials.
3. 5%<sub>100</sub> aq. soln. oxalic acid about 30 sec.; but this time must also be determined by experimentation. The potassium permanganate extracts the mordanting elements of fixation, i. e. the chrome salts and osmium; and the oxalic acid removes the permanganate. (If these mordants have not been properly extracted the cells in the finished preparations will appear dark and opaque.)
4. Stain for 6 min. at 60° C in a staining jar containing Altmann's anilin fuchsin.  
 Anilin water 100 ccm.  
 Acid fuchsin 20 g.
5. Rinse in aq. dist.
6. Differentiate by dipping in a 1%<sub>100</sub> aq. soln. of methyl green, or toluidin blue, which stains the Nissl bodies more intensely. (If an excess of the differentiator is taken up it is best to rinse in 95%<sub>100</sub> alc.)
7. Drain, and pass through abs. alc. and toluol to balsam. (When the sec-

tions do not stain well with the acid fuchsin, or when the methyl green or toluidin blue bleaches it out, it is often advisable to treat them with a 2.5% aq. soln. of potassium bichromate for about 30 sec. and rinse them in water after bleaching before staining in the acid fuchsin, i. e. between steps 3 and 4.)

When this method is used (fig. 1) the mitochondria appear stained bright red, the Nissl substance green or blue according to whether methyl green or toluidin blue has been used in the differentiation, and the neurofibrils in the axone hillock light brown. The canalicular system may also be seen winding in and out in the cytoplasm. In such preparations the morphology of the mitochondria may be studied with great precision. They are seen to be very minute straight or curved rods, about three times as long as they are broad, distributed equally throughout the cytoplasm, but oriented with their long axes parallel to the neurofibrils in the axone and axone hillock, elsewhere irregularly.

8. *Safranin-acid violet (neutral safranin), pyronin-methyl blue, and safranin-methyl blue.* — The best fixations for the five mitochondrial methods already enumerated all contain osmic acid; but the neutral dyes may be employed to best advantage after chrome-sublimate and other fixations in which it has been omitted.

The neutral safranin method as used by Bensley consists of:

I. Fixation.

1. Fix spinal ganglia of the pigeon for 24 hrs. at 40° C in chrome-sublimate; 2.5% aq. soln. potassium bichromate 100 ccm, mercuric chloride 5 g.
2. Wash, dehydrate, clear, imbed and section as indicated in method 6.

II. Staining.

1. Preparation of the stain. Add slowly sat. aq. soln. of the color acid, acid violet, to a sat. aq. soln. of the color base, safranin O., contained in a flask, until a precipitate no longer forms. The point of neutralization may be roughly determined by dropping a little of the mixture on filter paper from time to time until the outside red ring of safranin disappears and the whole blot takes on a neutral tint. Filter. The filtrate should be as nearly colorless as possible. Dry the precipitate on the filter paper for 12 hrs. Collect it and make a sat. soln. of it in abs. alc.
2. Pass sections down through two changes of toluol and abs. alc. in order to remove all traces of paraffin or toluol which might interfere with the staining. Then through 95%, 70% and 50% to aq. dist.
3. Chrome and osmium fixed material must be bleached in potassium permanganate and oxalic acid (vide method 7), and sublimate fixed tissues

must be treated with Lugol's iodine soln. for about 10 sec. and washed in distilled water to remove the sublimate.

4. Dilute the alcoholic stock solution of the dye with an equal volume of aq. dist., and stain for from 5 min. to 2 hrs.
5. Blot quickly with several layers of filter paper.
6. Plunge into pure acetone and pass immediately to toluol without waiting to drain.
7. Examine under the oil immersion and if necessary differentiate in oil of cloves. If this is not sufficient, the slide, after rinsing in abs. alc., may be instantaneously flooded with 95% alc., and then passed back through abs. alc. to toluol.
8. Wash in two changes of toluol and mount in balsam.

In successful preparations the Nissl substance takes up the safranin and appears bright red, while the acid violet stains a series of smaller granulations a greenish blue colour (fig. 11). These fine granules are seen, thickly aggregated in the region of the axone hillock. They are in part only mitochondria, some of them being the neurosomes which Held observed in his erythrosin-methylene blue preparations.

Neutral pyronin-methyl blue and neutral safranin-methyl blue are made in the same manner by adding a saturated aqueous solution of methyl blue to a saturated aqueous solution of pyronin or safranin. They are both used in the same way as neutral safranin. Excellent results were obtained with pyronin-methyl blue, which is a little more constant in its action than neutral safranin.

Safranin-methyl blue does not give so brilliant pictures. All three dyes show the same structures in the same relation. They may be employed after a variety of fixations, such as, Carnoy's 6:3:1 fluid, formalin-Zenker, 95% alc., etc., in addition to chrome-sublimate.

9. *Kingsbury's modification of the (1885) Weigert hematoxylin method.* — Kingsbury (1911, p. 317) has made use of the Weigert method, with a preliminary fixation in Zenker's fluid, for the demonstration of mitochondria in the lipoid-containing cells of the ovary and suprarenal. This method was applied to spinal ganglion cells of the pigeon. The only change in the procedure, as outlined by Kingsbury, was that the fixation in Zenker's fluid, which contained only 0.5% acetic acid, was reduced from two days to two hours. After mordanting in Müller's fluid the tissues were dehydrated, cleared in ber-

gamot oil and imbedded in paraffin (vide steps 3 to 7, method 6). Such a preparation is illustrated in fig. 6. The mitochondria are stained a very deep blue-black color and their outlines are very clear-cut and well defined.

The important factor in all these methods is the fixation. A good fixation for one method of staining is, in general, good for others. A few exceptions must of course be made to this rule. Osmic acid and potassium bichromate are so frequently used, because, in spite of their poor powers of penetration, they are excellent cytoplasmic preservatives. Acetic acid is often added in order to facilitate the penetration, and heating the fixative to about 40° C may be of advantage. Too much acetic acid, on the other hand, dissolves mitochondria and this is one of the chief reasons why these structures have been almost completely neglected until quite recently. This explains the non-appearance of mitochondria after fixation in Zenker's fluid. Alcohol and corrosive sublimate are in general to be avoided as fixatives.

It seems unnecessary to mention that the tissues must be absolutely fresh at the time of fixation. The pieces should not be more than 3 mm, thick, and equal penetration from all sides should be assured, either by frequent agitation, or by placing a few layers of filter paper in the bottom of the bottle. Mechanical injury must be carefully avoided. Transferring tissues should be done by means of forceps the ends of which have a little clean linen bound about them. It is a good plan, in the case of spinal ganglia, to leave a fairly long piece of peripheral nerve attached by which they may be moved in manipulation.

The nerve cells at the periphery of a block of fixed tissue generally present a condition more like the living state than those more deeply situated. The reason is that the constituents of the best fixing fluids are chosen with a view to balancing their swelling or shrinking tendency, their coagulating or solvent action, to increase the rate of penetration of the mixture, etc.; and they act first upon the outer cells. Thus, when Zenker's fluid is employed, with a reduced acetic acid content, the mitochondria are fixed and preserved in the outer layers of cells only.



Moreover, in the case of other fixatives, the cells nearer the centre of the block often present a shrunken or vacuolated condition far from normal. The chief exceptions to this generalization occur in the metallic impregnations of Golgi and Cajal, in which the outside cells are frequently destroyed. Care must therefore be taken in the interpretation of appearances in the cytoplasm of cells lying deeply in a mass of tissue, particularly when that tissue has been fixed in a fluid the constituents of which vary widely in penetrating power, because we then have to deal with the result of the successive or accumulative action of these ingredients.

Given a good fixation, the stains and combinations of stains which may be employed successfully for mitochondria are legion. In order to obtain and keep permanently preparations, the balsam employed should be as nearly neutral as possible, no heat should be used to accelerate its hardening, and the specimens should not be exposed for any considerable time to bright light.

#### 4. The relation of the neurosomes of Held to mitochondria.

It has already been shown that Held described two types of granules under the single heading of neurosomes.

The first type consists of the erythrosin-stained neurosomes, and the question arises as to whether they are artefacts due to the methods of fixation employed. The fact that they are seen after a great variety of fixations, namely: neutral formalin, formalin-Zenker, strong Flemming, trichlorolactic acid, chrome-sublimate, etc., is against this view.

Mitochondria are the only known structures in the nerve cell with which they may be confused. After chrome-sublimate fixation both they and the mitochondria may be stained by their respective methods. Neutral safranin gives preparations (fig. 11) in which both these granules are stained in the same cell and may be distinguished from one another, though with difficulty, since the granules of type I are 1. of irregular size and shape, 2. stain with variable intensity, always however less brilliantly than the mitochondria, and 3. because

they are thickly distributed in the axone hillock. Similarly in cells stained by the acid fuchsin-toluidin blue method the same differences could be more clearly made out.

The iron hematoxylin method of Heidenhain was applied to material fixed in chrome-sublimate and the preparations obtained were counterstained by Held's erythrosin-methylene blue method. The granules were thus tinged with red and could be distinguished from the Nissl substance in blue and the mitochondria in black (fig. 10).

It is therefore evident that this type of neurosome is quite distinct from either the mitochondria or the Nissl substance. The question, however, as to whether they are or are not artefacts cannot be definitely settled until they have been demonstrated specifically by vital stains. At present care must be taken not to confuse them with mitochondria, and the following criteria for differentiation may be of value:

1. They are of irregular size and form, whereas the mitochondria are minute, sharply delineated, rods of fairly uniform size.
2. They are accumulated in the axone hillock; but the mitochondria are distributed more or less equally throughout the cytoplasm.
3. In general they are more numerous.
4. They are seldom, if ever, seen after fixation in fluids containing osmic acid, which as already recorded, are by far the most suitable for mitochondria. On the other hand, they may be stained to best advantage after fixations like Carnoy's 6:3:1 fluid, picrosulphuric acid, chromic acid, etc., which destroy mitochondria.

The evidence for the identity of the second type of neurosomes, that is to say, those which Held observed in his Altmann and iron hematoxylin preparations, and the mitochondria is as follows:

1. They are both very minute, clear-cut, straight or slightly curved rod-shaped bodies, about three times as long as they are broad, distributed equally throughout the cytoplasm, not aggregated in the region of the axone hillock, where they are oriented parallel to the neurofibrils. Furthermore, a comparison of figures 2 and 5, which are of iron hematoxylin and Altmann preparations, with figures 1, 3, 4, 6 and 7, representing mitochondria by various methods, shows that

the minute rod-like neurosomes are quite indistinguishable from mitochondria.

2. Altmann and iron hematoxylin methods, almost identical with those used by Held for the study of neurosomes, are in every-day use for the demonstration of mitochondria (Meves, 1908 and 1910a; Samssonow, 1910; et al.).

3. The rods, or neurosomes, fixed in Altmann's fluid according to Held may be stained by the following mitochondrial methods.

- a) The iron hematoxylin method of Heidenhain,
- b) Bensley's copper-chrome-hematoxylin method,
- c) Bensley's acid fuchsin-methyl green method.

4. Similarly, those fixed in potassium bichromate, as indicated by Held, may also be stained by representative mitochondrial methods, viz.

- a) The iron hematoxylin method of Heidenhain,
- b) Bensley's acid fuchsin-methyl green method,
- c) The Benda method.

That is, these type II neurosomes, after the fixations used by Held, have exactly the same staining reactions as mitochondria.

Finally, the relation of the neurosomes of Held to mitochondria may be stated as follows: the neurosomes are not a single separate and distinct type of cell granulation; for, in the first place, the minute rods (type II) which he observed in his Altmann and iron hematoxylin preparations are mitochondria; and in the second, the nature of those seen in the erythrosin-methylene blue preparations (type I) is unknown.

## 5. Nissl substance, canalicular apparatus, and neurofibrils.

The mitochondria, the Nissl substance, the canalicular apparatus, and the neurofibrils are structurally independent elements occurring in the cytoplasm of nerve cells. The first of them has already been dealt with and the relations of the others will now be discussed.

There is considerable confusion in the literature concerning the relations of these components inter se. Goldschmidt believes that there is a relation between the Nissl substance and the mitochondria: for he states (1909, p. 107) that the mitochondria, chondriocentes, etc.,

are not chromidia but that they belong to the conception of the chromidial apparatus.

Marcora (1909) demonstrated the morphological independence of the Nissl substance and the internal net in the same cell by means of the latest Golgi method, followed by staining with magenta red. Double staining was also accomplished by Collin and Lucien in the same year (*Jahresber. der Anat.*, 1909, p. 412). In reply, Legendre (1910, p. 216), on the basis of many questionable analogies, states that the internal reticular apparatus of Golgi and the chromatophile substance (Nissl bodies) are probably identical. A few months prior to this Hoven (1910, p. 479) came to the conclusion that certain persistent chondriocentes correspond to the internal reticular apparatus of Golgi, the Binnennetz of Kopsch, etc. Popoff (1906, p. 258), Meves (1908, p. 846, and 1910a, p. 655), and Van Durme (1907, quoted by Meves), also suggest that the Binnennetz is formed of mitochondria. Furthermore, Smirnow (1907) intimates, on the basis of his investigations on plant cells, that the mitochondria or the chondriomites are the same thing as the reticular apparatus of Golgi. Others have come to the conclusion that the reticular apparatus is an artefact.

Attempts to study the canalicular system in living, unstained, spinal ganglion cells proved futile; for it could not even be seen. This canalicular system is, nevertheless, not an artefact produced by the action of fixing agents because I have frequently been able to demonstrate it by staining *intra vitam* with pyronin. To bring about this result spinal ganglia are injected with, or teased out, and immersed in, a 1:1,000 solution of pyronin in 0.75% sodium chloride solution. The individual cells must be isolated more or less completely by means of finely pointed needles. Cells may sometimes be seen in which the canals stand out as clear spaces in a very finely granular red-stained cytoplasm (fig. 15). The nuclear sap often absorbs some of the dye and the nucleolus is coloured. Such preparations remain unaltered for about an hour, so that ample time is afforded for a thorough examination of them.

Canals such as these occur in spinal ganglion cells fixed in a

great variety of fluids: alcohol, formalin, Altmann's osmic-bichromate, Benda's fluid, chrome-sublimite, formalin-Zenker, Golgi's arsenious acid formalin and alcohol mixture, Hermann's fluid, 2% osmic acid, Carnoy's 6:3:1 fluid, Zenker's fluid, and many others. The method of staining makes little or no difference; for the canals generally appear as clear unstained spaces or tubules against the coloured background of the cytoplasm: indeed, Von Bergen (1904, p. 517) states that one of the characteristics of the canals of his type I is that they remain practically unstained. Three general types may be observed in adult spinal ganglion cells of the pigeon. The first occurs most abundantly and is found in the large cells. It is distributed fairly equally throughout the cytoplasm (figs. 19, 22 and 28). The second type obtains in the large and in the medium sized cells also, it is circumscribed and is seen in an excentric position at one or other side of the nucleus (figs. 20, 23 and 29). The third type, on the other hand, occurs only in the smallest cells. It is circumnuclear in distribution and seldom extends to the periphery of the cell (figs. 21, 24 and 30). The canals are evidently more continuous than in the other types and form a veritable network about the nucleus.

Unless the canals are impregnated in some way, they are rather difficult of interpretation, for they may be either exaggerated or reduced in size by the fixing agent, and sometimes they are not even visible. There are two chief sources of error. Clefts are often produced in cells by faulty sectioning. When they are only slight they occur simply on the lower surface of the section, as it is cut, and in such cases by careful focussing may be distinguished from the canals which are seen at all levels in the section. The parallel arrangement of these clefts is also distinctive. In some cases they are actually continuous with the true canals. Cracks and fissures may also be caused by rapid, repeated, dehydration and clearing. These do not show a parallel arrangement. The canals cannot be confused with either the mitochondria, the Nissl substance, or the neurofibrils: for they may be demonstrated in the same cell in company with these structures by the acid fuchsin-toluidin blue method of Bensley (fig. 1). They may, however, be seen to best advantage in the cells with neuro-

fibrils in Cajal preparations which have been toned with gold chloride and counterstained with safranin (fig. 8).

Nelis (1899) described a system of canals in nerve cells which he termed „spiremes“ and regarded as indicative of pathological conditions. Sections fixed in 7% formalin were stained in iron hematoxylin and Böhmer's hematoxylin according to his directions (1900, p. 613). Such preparations showed the canals with great clearness, and the three types, the diffuse, the circumscribed excentric, and the circumnuclear could be distinguished. Compare figures 19, 20 and 21 with Nelis, 1900, plate XXVII, figures 15 and 22.

Holmgren has also carefully studied these clear canals. Preparations were likewise made by his methods, the canals being seen after the following fixations: picric acid sublimate, sublimate-acetic, and Carnoy's 6:3:1 fluid (Holmgren, 1899, p. 389—390). In addition, specimens were fixed in trichlorlactic acid and stained with Weigert's resorcin-fuchsin as directed by Holmgren, 1901, p. 297. By this means the canals became coloured a dark purplish black (fig. 36). The reaction was far from constant, however, as a complete series of gradations could be seen in a single section between cells in which the canalicular apparatus was not stained at all, and those in which it was almost completely stained (figures 34, 35 and 36). Figures 22, 23 and 24 have been drawn from another spinal ganglion fixed in a stronger solution of trichlorlactic acid and stained in the same fashion. In them the canals are uncoloured. They illustrate the three characteristic types of canalicular formation referred to above. Compare these figures with Holmgren's illustration of a spinal ganglion cell fixed in Carnoy's fluid and stained with resorcin-fuchsin, 1900, fig. 3.

Kopsch (1902) demonstrated the reticular apparatus by subjecting tissues to the action of a 2% solution of osmic acid for several days. Specimens were prepared in this way and the configuration of the blackened reticular apparatus studied. As in the case of the clear canals, so also here, diffuse, circumscribed excentric, and circumnuclear types of network could be distinguished in the large, medium, and small cells respectively (figs. 25, 26 and 27). The jet black strands of the network present a worn and ragged appearance in contrast to

the smooth even outlines of the canals as mentioned heretofore. They often appear to form peculiar rings and crescents which seem to be isolated from the rest of the reticulum. The apparent continuity of the meshes depends, largely, upon the thickness of the section. Like the clear canals, this Binnemetz of Kopsch can be shown to be independent of both the Nissl substance and the mitochondria. Some sections of this material were passed down through toluol and graded alcohols to distilled water, and were counterstained in a saturated aqueous solution of safranin, differentiated in 95% alcohol, dehydrated, cleared in toluol, and mounted in balsam. The Nissl substance was thus stained red between the black meshes of the reticulum which retained its original character and configuration (fig. 14). The mitochondria may likewise be demonstrated in the same cell with the reticular apparatus. To accomplish this the acid fuchsin-toluidin blue method of Bensley is employed. Specimens are passed down to distilled water, are treated with the potassium permanganate and oxalic acid solutions in order to remove the osmium. They are then washed in distilled water, stained with acid fuchsin, and differentiated in toluidin blue. The mitochondria become stained red, the Nissl substance blue, and the clear canals winding in and out between them represent the reticular apparatus which has been bleached by the action of the potassium permanganate and oxalic acid. A few neurofibrils may be seen stained brown in the axone hillock. The reticular apparatus may be retained in its original form in the same cell in which the mitochondria and Nissl substance are stained by this method if the bleaching is omitted: in this case, however, the cells are somewhat blackened and opaque due to the retention of the osmium. Compare figures 16, 17, 25, 26 and 27 with Kopsch, 1902, fig. 1.

Von Bergen (1904, p. 514) was, I believe, the first to employ iron hematoxylin as a positive dye for the reticular apparatus. Specimens fixed in potassium bichromate were stained with iron hematoxylin according to Heidenhain. In them the reticular apparatus was stained deep black and appeared in all respects identical with the network seen in the Kopsch preparations.

Bensley (1910) has discussed the nature of the canalicular appa-

ratus in animal cells. He found (p. 192) that a mixture of formalin, bichromate and sublimate was very well adapted for the demonstration of this system in both plant and animal cells. Spinal ganglia were fixed in this fluid and the distribution of the clear canals studied. The three general types of configuration, already mentioned, could be distinguished (figures 28, 29 and 30). The diameter of the canals varies considerably as is illustrated in figures 28 and 42, which have been drawn from neighbouring cells in the same section of the same spinal ganglion. Occasionally the canals coil upon themselves forming veritable spirals and nets, two or more of which may be seen apparently disconnected in the same cell. It will at once be observed that cells such as these (fig. 40) present a very striking resemblance to certain figures published by Nelis, 1900, plate XXVII, fig. 15. After fixation in formalin-bichromate-sublimate the Nissl substance and the mitochondria can be specifically stained in the same cell with the canals.

Kingsbury's (1911) modification of the Weigert hematoxylin method was applied to spinal ganglion cells and it gave a far clearer and more precise stain of the canalicular apparatus than that obtained with the iron hematoxylin. All of the three types of canalicular formation seen in specimens prepared by the above methods were represented (figures 31, 32 and 33). The uneven outlines of the network, its rough appearance, and the occurrence of little ringlets and crescents is sufficient evidence of its identity with the internal net of Kopsch. This hematoxylin-stained system is morphologically independent of the Nissl substance and of the mitochondria, which, as in the cases cited above, may be specifically stained in the same cell with it.

The evidence in favour of the identity of the structures demonstrated by these methods is as follows. In Kopsch preparations all grades may be observed in a single section between cells possessing only clear canals (fig. 37), clear canals and a few blackened meshes of reticulum (fig. 38), and those containing only the black reticulum (fig. 39). Furthermore, the blackened reticulum occurs in three general types (figs. 25, 26 and 27) like the clear canals. It seems evident,



therefore, that the Binnennetz of Kopsch results from the blackening of the contents of a system of clear canals by osmic acid, similar in all respects to those described by Nelis, Holmgren, and others. Plate XVI and the first row of figures in plate XVII are designed to show the morphological similarity of this canalicular system as demonstrated by the methods of Nelis, Holmgren, Kopsch, Bensley, and Kingsbury. In the first vertical column of figures the canals are shown distributed equally in the cytoplasm, in the second they are represented clumped together in an excentric fashion, and in the third a typical, continuous, circumnuclear, network is seen.

The conclusion to be drawn is that the spiremes of Nelis, the Saftkanälchen of Holmgren, the Binnennetz of Kopsch, and the canalicular system demonstrable by the methods of Bensley and Kingsbury are one and the same thing, and are quite independent, morphologically, of other cytoplasmic constituents. We have to deal, therefore, with the following synonyms for this canalicular system in nerve cells: spiremes, Saftkanälchen, Binnennetz, internal net, intracellular canals, etc.

Cajal (1908) has studied the relation of the internal reticular apparatus of Golgi to the Saftkanälchen or juice canals of Holmgren, has come to the conclusion that they are identical, and consequently refers to them as the "conduits de Golgi-Holmgren". This is the consensus of opinion of most investigators. My own preparations, made by Golgi's latest method, are not sufficiently clear to warrant any conclusions; but the morphological similarity of the excentric and circumnuclear types of canalicular network, particularly those shown in the Kopsch preparations, and the internal reticular apparatus of Golgi is very remarkable. Compare figures 19 to 42 with Golgi, 1899, figures 1 to 8. Moreover, Golgi has recorded (1899, p. 279) the breaking up of the reticular apparatus into island-like fragments in the spinal ganglion cells of a dog about two years old. This seems to be similar to the condition of the clear canals shown in fig. 40. So close a morphological correspondence in the form of the reticular apparatus of Golgi and the canalicular system is especially significant in view of the extreme variability of these structures.

And this variability, in turn, is to be expected; for we must look upon this system of canals as changing in form from moment to moment in the living cell in response to physiological needs. With this in mind, the slight differences, which have been urged by some, between the internal reticular apparatus of Golgi and this canalicular system seem of little importance.

The neurofibrils may be regarded as the fourth of the known fundamental cytoplasmic components of the nerve cell. The following modification of Cajal's silver impregnation method was used for their demonstration.

#### I. Fixation and impregnation.

1. Fix spinal ganglia of the pigeon for from 2 to 6 hrs. in Carnoy's 6:3:1 fluid. (Fixation for the same length of time in alkaline or neutral 95% alc. also gives good results.) The object of this preliminary fixation is the preservation of cytoplasmic structures other than neurofibrils.
2. Wash in aq. dist., 24 hrs.
3. 1.5% ap. soln. silver nitrate at 39° C for 3 days with one change.
4. Rinse in aq. dist. and reduce in:  
pyrogalllic acid 1 g,  
formalin 5 ccm,  
aq. dist. 100 ccm, in the dark for 24 hrs.
5. Wash in aq. dist., 15 min., and add 95% alc.; leave for 1 hr. with one change.
6. Abs. als. for 2 hrs. with one change.
7. Cedar oil, 2 hrs.
8. 60° C paraffin for 3 hrs. Imbed. Cut sections 3  $\mu$  and fix to the slides by the albumen water method.

#### II. Gold toning.

1. Pass slides down through toluol, abs. 95% and 70% alc. to aq. dist.
2. 0.1% aq. soln. gold chloride neutralized with lithium carbonate, 2 hrs.
3. 5% aq. soln. sodium hyposulphite, C. P., 5 min. This bleaches out the excess of silver
4. Wash in running tap water for 6 hrs.
5. Dehydrate, clear in toluol, and mount in balsam.

In Cajal preparations in general and especially in this modification the neurofibrils are exaggerated in two ways: first, optically on account of their sharp blue-black outlines against a colourless ground substance; and secondly, because they form centres for the deposit of silver which actually increases their bulk.

The independence of the Nissl substance may be indicated by counterstaining before dehydration (i. e. between steps 4 and 5) in a

1% aqueous solution of pyronin, neutral red, toluidin blue (fig. 9), or in a saturated aqueous solution of safranin: but great care must be taken in the identification and interpretation of cell granulations after they have passes through such a complicated and destructive method as this. The canals may be demonstrated in the same cell together with the neurofibrils by staining it in a saturated aqueous solution of safranin and differentiating in 95% alcohol. They appear as clear spaces winding in and out between the neurofibrils against a bright red background composed largely of Nissl substance (fig. 8). In iron hematoxylin (fig. 2), Altmann and copper chrome hematoxylin preparations the neurofibrils and the mitochondria may be distinguished side by side in the axone and their individuality established. Fig. 1 is from a preparations made by Bensley's acid fuchsin-toluidin blue method and it shows, even more clearly, the mitochondria in red and the neurofibrils in brown. Furthermore, in specimens prepared by the erythrosin-methylene blue method of Held the neurosomes (type I) and the neurofibrils appear together in the axone and axone hillock (fig. 13).

## 6. Conclusions.

1. Mitochondria occur in adult spinal ganglion cells of the pigeon, where they may be demonstrated by means of all the methods in use for their study in other than nerve cells (p. 480).

2. The neurosomes of Held are not a single, separate, and distinct form of cell granulation. They may be divided into two types. Type I consists of those which Held observed by the application of his erythrosin-methylene blue method the nature of which is unknown: and type II is composed of the rod shaped bodies which he studied in his Altmann and iron hematoxylin preparations. There type II neurosomes are mitochondria (p. 479).

3. There are four fundamenteal known components in the cytoplasm of nerve cells, which, in the adult at least, are morphologically independent, and which are not transformed one into another, either by fixation or in any other way, namely: the mitochondria, the Nissl bodies, the canalicular system and the neurofibrils. The mitochondria

are the chondriosomes, chondriocentes and chondriomites of Meves and others: the Nissl bodies are frequently referred to as chromidial substance, tigroid substance, chromatophile substance, etc.; and the canalicular apparatus is identical with the system of clear intracellular canals described by v. Bergen, Bensley and others, the spiremes of Nelis, the Binnennetz of Kopsch and the Saftkanälchen of Holmgren (p. 479).

## 7. Bibliography.

- Altmann, R., 1890. Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. 145 S. Leipzig, Veit & Co.
- Benda, C., 1897. Neuere Mitteilungen über die Histogenese der Säugetierspermatozoen. Verh. d. phys. Ges. zu Berlin. 1896—1897.
- , 1901. Die Mitochondriafärbung und andere Methoden zur Untersuchung der Zellsubstanzen. Verh. d. Anat. Ges. Bonn. Bd. 19. S. 155—174.
- Bensley, R. R., 1910. On the nature of the canalicular apparatus of animal cells. Biol. Bull., vol. 19, pag. 179—194.
- , 1911. Studies on the pancreas of Guinea pigs. Am. Jour. Anat., vol. 12, pag. 297—388.
- Bergen, Fredrick von, 1904. Zur Kenntnis gewisser Strukturbilder (Netzapparat, Saftkanälchen, Trophospongium) in Protoplasma verschiedener Zellarten. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 64. S. 498—574.
- Cajal, S. R., 1908. Les conduits de Golgi-Holmgren du protoplasma nerveux et la réseau péricellulaire de la membrane. Trav. du Lab. de Rech. Biol., Madrid, t. VI, pag. 123—136.
- Duesberg, J., 1910. Sur la continuité des éléments mitochondriaux des cellules sexuelles et des chondriosomes des cellules embryonnaires. Anat. Anz. Bd. 35. pag. 548—553.
- , 1910a. Les chondriosomes des cellules embryonnaires et leur rôle dans la genèse des myofibrilles, avec quelques observations sur le développement des fibres musculaires striées. Arch. f. Zellenforschung. Bd. 4. pag. 602—671.
- Goldschmidt, R., 1909. Das Skelett der Muskelzelle von Ascaris nebst Bemerkungen über den Chromidialapparat der Metazoenzelle. Arch. f. Zellenforschung. Bd. 4. S. 81—119.
- Golgi, C., 1898. Sur la structure des cellules nerveuses. Arch. Ital. de Biol. t. 30, pag. 60—71.
- , 1899. De nouveau sur la structure des cellules nerveuses des ganglions spinaux. Arch. Ital. de Biol., t. 31, pag. 273—279.
- , 1908. Une méthode pour la prompte et facile démonstration de l'appareil réticulaire interne des cellules nerveuses. Arch. Ital. de Biol. t. 49, pag. 269—274.
- Hatai, S., 1903. The finer structure of the neurones of the nervous system of the white rat. University of Chicago Decennial Publications, vol. 10, pag. 179—190.

- Heidenhain, M., 1896. Noch einmal über die Darstellung der Zentralkörper durch Eisenhamatoxylin nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über die Hämatoxylinfarben. *Zeitschr. f. wiss. Mikr.* Bd. 13. S. 186—199.
- , 1911. Plasma und Zelle. 1110 S. Jena, Gustav Fischer.
- Held H., 1895. Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. Erste Abhandlung. *Arch. f. Anat. u. Phys.* S. 396—416.
- , 1897. Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. Zweite Abhandlung. *Arch. für Anat. u. Phys.* S. 204—289.
- , 1897a. Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. Dritte Abhandlung. *Arch. f. Anat. u. Phys. Suppl.-Bd.* S. 273—312.
- , 1906. Zur Histogenesis der Nervenleitung. *Verh. d. Anat. Ges.* Bd. 29. S. 185—203.
- , 1909. Entwicklung des Nervengewebes bei den Wirbeltieren. 348 Seiten. Leipzig, Johann Ambrosius Barth.
- Holmgren, E., 1899. Weitere Mitteilungen über den Bau der Nervenzellen. *Anat. Anz.* Bd. 16. S. 388—397.
- , 1901. Neue Beiträge zur Morphologie der Zelle. *Ergeb. d. Anat.* Bd. 11. S. 274—329.
- Hoven, H., 1910. Sur l'histogénèse du système nerveux peripherique chez le poulet et sur le rôle de chondriosomes dans la neurofibrillation. *Arch. de Biol.*, t. 25, pag. 229—292.
- Kopsch, F., 1902. Die Darstellung des Binnennetzes in spinalen Ganglienzellen und anderen Körperzellen mittels Osmiumsäure. *Sitz.-Ber. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. Math. Kl.* 40. S. 929—935.
- Kingsbury, B. F., 1911. The histological demonstration of lipoids. *Anat. Record*, vol. 5, pag. 313—318.
- Legendre, R., 1910. Recherches sur le réseau interne de Golgi des cellules nerveuses des ganglions spinaux. *Anat. Anz.* Bd. 36. pag. 207—217.
- Marcora, F., 1909. Über die Beziehungen zwischen den Binnennetzen und den Nisslschen Körperchen in den Nervenzellen. *Anat. Anz.* Bd. 35. S. 65—69.
- Meves, F., 1908. Die Chondriosomen als Träger erblicher Anlagen. *Cytologische Studien am Hühnerembryo.* *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 72. S. 816—867.
- , 1910. Über Strukturen in den Zellen des embryonalen Stutgewebes, sowie über die Entstehung der Bindegewebsfibrillen, insbesondere derjenigen der Sehnen. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 75. S. 149—208.
- , 1910a. Zur Einigung zwischen Fäden- und Granularlehre des Protoplasma. Beobachtungen an weißen Blutzellen. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 75. S. 642—658.
- , u. Duesberg, J., 1907. Die Spermatozytenteilungen bei der Hornisse (*Vespa crabro* L.) *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 71. S. 571—587.
- Michaelis, L., 1899. Die vitale Färbung, eine Darstellungsmethode der Cellgranula. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 55. S. 558—575.
- Nelis, C., 1899. Un nouveau detail de structure du protoplasme des cellules nerveuses (état spirémateux du protoplasme). *Bull. de la Classe des Scs. de L'Acad. Belg.* pag. 102—125.
- , 1900. Étude sur l'anatomie et la physiologie pathologique de la rage. *Arch. de Biol.*, t. 16, pag. 601—660.

- Perroncito, A., 1911. Contribution a l'étude de la biologie cellulaire. Mitochondries, chromidies, et appareil reticulaire interne dans les cellules spermatiques. Le phenomene de la Dietyokinese. Arch. Ital. de Biol., t. 54, pag. 307—346.
- Popoff, M., 1906. Zur Frage der Homologisierung des Binnennetzes der Ganglienzellen mit den Chromidien (= Mitochondria etc.) der Geschlechtszellen. Anat. Anz. Bd. 29. S. 249—258.
- Samssonow, N., 1910. Über die Beziehungen der Filarmasse Flemmings zu den Fäden und Körnern Altmanns nach Beobachtungen an Knorpel-, Bindegewebs- und Epidermiszellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 75. S. 635—641.
- Smirnow, A. E. v., 1907. Über die Mitochondrien und die den Golgischen Bildungen analogen Strukturen in einigen Zellen von Hyacinthus orientalis. Anat. Hefte. Bd. 32. S. 146—153.
- Van Durme, M., 1907. Les mitochondries et la methode de Sjövall dans l'ovogenèse des oiseaux. Ann. de Méd. de Gand, vol. 87, pag. 75—86.

## 8. Explanation of figures.

All the illustrations have been drawn from preparations of spinal ganglion cells of the pigeon. Camera lucida, Zeiss apochromatic objective 1.5 mm, and compensating ocular 6 were employed for all except figures 15 and 18 (*vide infra*). They were reduced by one third in reproduction giving a magnification of 1,067 diameters as they now appear on the plates. This magnification does not however obtain for figures 15 and 18. Unless stated to the contrary, all the sections were cut 4  $\mu$  in thickness.

### Plate XV.

1. Fixed in acetic-osmic-bichromate and stained by Bensley's acid fuchsin-toluidin blue method. Mitochondria red, Nissl substance slaty blue, canals as clear clefts and neurofibrils in the axone brown. Note the orientation of the mitochondria parallel to the neurofibrils (pag. 484).

2. Fixed in a cold saturated aqueous solution of potassium bichromate, stained with iron hematoxylin, and counterstained in a 1% aqueous solution of erythrosin. Mitochondria black, Nissl substance pinkish gray and neurofibrils in the axone black. Held's third method for neurosomes (pag. 478).

3. Fixed in Meves' fluid and stained with iron hematoxylin according to his directions. Mitochondria black and Nissl substance gray (pag. 481).

4. Fixed and stained by Benda's method. Mitochondria blue, Nissl substance reddish brown and the canals as clear uncoloured spaces (pag. 481).

5. Altmann's osmic-bichromate fixation, stained with acid fuchsin and differentiated in alcoholic picric acid. Mitochondria red, Nissl substance yellow and neurofibrils in the axone light brown. Held's second method for neurosomes (pag. 481).

6. Kingsbury's modification of the Weigert hematoxylin method for mitochondria. Mitochondria blue-black, and the Nissl substance brown. The myelin sheath and the mitochondria within it are stained the same blue-black color (pag. 486).

7. Fixed in Altmann's osmic-bichromate mixture and stained by Bensley's copper-chrome-hematoxylin method. Mitochondria blue, Nissl substance very pale yellow and the canals as clear uncolored spaces. A few neurofibrils are visible in the axone hillock stained blue (pag. 483).

8. Fixed in Carnoy's 6:3:1 fluid, impregnated with silver after Cajal, toned with gold chloride, counterstained in a saturated aqueous solution of safranin and differentiated in 95% alcohol. Neurofibrils blue-black, canals as clear space and the ground substance red (pag. 497).

9. Same, counterstained in 1% aqueous solution of toluidin blue and differentiated in 95% alcohol. Neurofibrils dark blue and the Nissl substance light blue (pag. 497).



10. Fixed in chrome-sublimate at 40° C, stained with iron hematoxylin and counterstained by the application of Held's erythrosin-methylene blue method (i. e. his first method for neurosomes). Mitochondria black, neurosomes of Held type I red and the Nissl substance red with a tinge of purple. Section 3  $\mu$  (pag. 488).

11. Fixed in chrome-sublimate at 40° C, and stained by Bensley's neutral safranin method. Mitochondria and neurosomes of Held type I bluish green, and the Nissl substance red with a tinge of purple (pag. 485).

12. Fixed in Carnoy's 6:3:1 fluid and stained by Held's erythrosin-methylene blue method, i. e. his first method for neurosomes. Neurosomes type I red, Nissl substance blue (pag. 477).

13. Same, axone hillock showing neurosomes and neurofibrils together (pag. 5).

14. Prepared by Kopsch method, followed by staining in a saturated aqueous solution of safranin and differentiation in 95% alcohol. Canalicular apparatus black and Nissl substance red (pag. 493).

15. Stained intravital with a 1:1000 solution of pyronin in 0.75% sodium chloride solution. The canalicular apparatus appears as a network of clear, uncolored, continuous spaces winding in and out in a highly granular red-stained cytoplasm. Zeiss apochromatic objective 3 mm and compensating ocular 4. Magnification of about 404 diameters (pag. 490).

16. Prepared by Kopsch's method. Shows excentric type of blackened canalicular apparatus. Section 5  $\mu$  (pag. 493).

17. Same. Shows circumnuclear type of blackened canalicular apparatus. Section 6  $\mu$  (pag. 493).

18. Stained intravital with a 1:10,000 solution of Janus green in 75% sodium chloride solution. Mitochondria bluish green. Zeiss apochromatic objective 3 mm, compensating ocular 4, and camera lucida. Magnification 380 diameters (pag. 481).

## Plate XVI.

These figures, and the first row on plate XVII, illustrate the similarity in the form and in the cytoplasmic arrangement of the canalicular apparatus as demonstrated by the methods of Nelis, Holmgren, Kopsch, Bensley and Kingsbury. A horizontal row of figures is devoted to each. Three types of network, the diffuse, the excentric and the circumnuclear are represented and are arranged in vertical columns, thus making the correspondence between the results of the different methods of technique even more striking. In all, the canalicular system has been drawn with great precision; but, for the sake of simplicity, the other cytoplasmic components have been omitted and the nuclei have been shown in a diagrammatic fashion.

19, 20 and 21. From a spinal ganglion fixed in 7% formalin and stained with iron hematoxylin (Nelis, 1900). Canalicular system as clear, uncolored spaces (pag. 492).

22, 23 and 24. From a single spinal ganglion fixed in trichlorolactic acid and stained with Weigert's resorcin-fuchsin (Holmgren, 1901). Canalicular system as clear, colorless spaces (pag. 492).

25, 26 and 27. From a single spinal ganglion treated with 2% osmic acid for eight days (Kopsch, 1902). The canalicular system appears as a rough.

blackened network. Section from which fig. 27 was drawn was  $6\ \mu$  in thickness (pag. 492).

28, 29 and 30. From a single spinal ganglion fixed in Bensley's formalin-bichromate-sublimate mixture (Bensley, 1910). Canalicular system as clear spaces (pag. 494).

### Plate XVII.

These figures have been drawn in the same style as those of the preceding plate. The first row logically belongs with plate XVI, for in it three characteristic types of canalicular formation are shown. The second and third rows of figures show gradations in the completeness of the staining of the canals, and the last row is designed to illustrate variations in their form.

31, 32 and 33. From a spinal ganglion prepared by Kingsbury's 1911 modification of the Weigert hematoxylin method. The canalicular apparatus, in the original preparation, was stained a dark brownish black color. The three types of configuration are shown (pag. 494).

34, 35 and 36. From the same section of a single spinal ganglion fixed in trichlorolactic acid and stained with Weigert's resorcin-fuchsin (Holmgren, 1901). A gradation in the completeness of the coloration of the canalicular apparatus is evident (pag. 492).

37, 38 and 39. From the same section of a single spinal ganglion treated with a 2% solution of osmic acid for eight days (Kopsch, 1902). They show, likewise, a gradation in the blackening of the canalicular apparatus (pag. 494).

40. Fixed in Bensley's formalin-bichromate-sublimate mixture and stained with iron hematoxylin. The clear, unstained canalicular apparatus is broken up into island-like, disconnected fragments (pag. 494 and 495).

41 and 42. Neighbouring cells from the same section of the same spinal ganglion fixed in Bensley's formalin-bichromate-sublimate and stained with iron hematoxylin. They illustrate the variability in the size and in the extent of the canalicular apparatus, and a comparison of the latter with fig. 28, which was drawn from a cell from the same section, shows considerable variation in the diameter of the canals. Neither of the two are extremes (pag. 495).

---

(Dalla sezione fisiologica della stazione zoologica di Napoli.)

## **Sugli effetti consecutivi al taglio del nervo Ottavo (VIII) nei pesci (Trigla sp. div.).**

Per

**Osv. Polimanti.**

(Con 20 figg.)

Ricerche sopra il senso dell'equilibrio nei pesci sono, come molto a ragione ritiene il Bethe, molto importanti per la soluzione di questo problema, data appunto la grande labilità nell'equilibrio di questi animali.

Le prime ricerche sopra il labirinto dei pesci furono compiute dallo Steiner (1886) sopra gli Scyllium, e giunse alla conclusione che quello non aveva influenza alcuna sopra le funzioni di equilibrio e di orientazione in questi animali: però ricerche ulteriori hanno dimostrato che queste esperienze, dal lato del metodo di ricerca, non erano complete e prive di mende ed i risultati quindi erano erronei.

Esperimenti però eseguiti con tecnica molto migliore da Loeb (1888), Kreidl (1892), Bethe (1894), Lee (1898), Gaglio (1903), hanno concordemente provato che, pesci con lesioni labirintiche, sono completamente disorientati, nuotano col ventre rivolto in alto e possono, il senso tattile e visivo, compensare in parte la funzione labirintica limitatamente o del tutto annichilita.

Kreidl e Lee concordemente hanno osservato in pesci senza labirinto sottoposti alla centrifugazione, dove appunto la forza di gravitazione è sostituita dalla forza centrifuga, che mancano assolutamente i movimenti compensatori degli occhi e delle altre parti del corpo.

E poi la somma importanza che ha lo studio delle lesioni dei

nervi statici nei pesci, si è che questi, oltrechè distribuirsi al labirinto (n. VIII), si distribuiscono anche ai così detti organi della linea laterale, i quali, come sappiamo, sono aperti verso l'esterno, ovvero anche chiusi.

Ognuno di questi piccoli organi, adatti appunto per la percezione delle variazioni di pressione del mezzo liquido, è sempre orientato in una direzione fissa, e di conseguenza è al caso di percepire obiettivamente le variazioni che avvengono in questa direzione (orientazione obiettiva), come anche subiettivamente le variazioni della pressione di contatto, che sono determinate dai movimenti propri dell'animale nel mezzo liquido.

Inoltre la distribuzione degli organi, sia lungo le linee laterali che lungo le cefaliche (lungo la superficie del corpo) permette un'orientazione obiettiva e subiettiva completa.

Gli organi laterali hanno poi, come gli organi marginali iniziali, una tendenza all'invaginamento ed a crearsi un mezzo liquido intra-organico, nel quale i movimenti propri dell'animale determinano delle variazioni di pressione e dei veri e propri scuotimenti fra la parete sensibile e la massa liquida che, per la sua fluidità e per la sua inerzia, tende a seguire immediatamente il movimento della parete.

È quel medesimo scuotimento, per il quale funzionano insomma tutte le formazioni canalicolari (organi dei canali laterali, ampole dei canali labirintici): da qui la grande analogia che corre fra questi organi, sia anatomica che funzionale.

Le paia di nervi cranici sensitivi, che si distribuiscono agli organi laterali, sono il N. V, VII, VIII, IX, X ed il nervo laterale propriamente detto e quasi sicuramente anche il nervo terminale, come ho potuto dimostrare io (fig. 1 e 2).

Il N. VIII si distribuisce interamente a quell'organo laterale, così meravigliosamente differenziato negli animali superiori, che è appunto il labirinto. Delle grandi discussioni sono state fatte dai fisiologi sulla maniera di questo rinculo endolinfatico nel labirinto ed io rimando per questa questione ai lavori di Goltz, Crum-Brown, Mach, Breuer, Cyon, Ewald e Spamer.

Molti autori si occuparono poi di vedere, se i pesci erano al caso

di percepire i suoni. Le ricerche di Zenneck, Parker, Lang e in parte di Kreidl, Körner, Bernoulli, Meyer, Edinger confermano che i pesci, entro certi limiti ed entro determinate condizioni sperimentali, allorché siano influenzati, stimolati da quei fattori fisici oscillatori

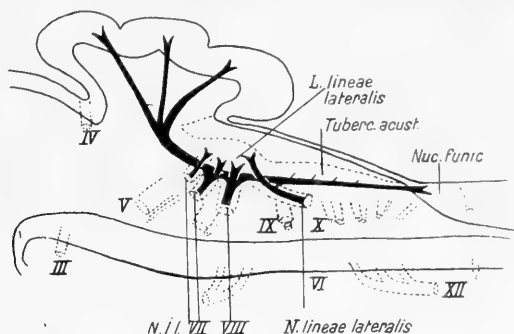


Fig. 1.

(Da Johnston J. B. (1906) fig. 69. p. 138) diagramma rappresentante le terminazioni centrali degli speciali componenti cutanei nei pesci.

vibratori, che noi distinguiamo col nome di suono e che nell'acqua producono deformazioni periodiche di pressione e di densità, sono senza

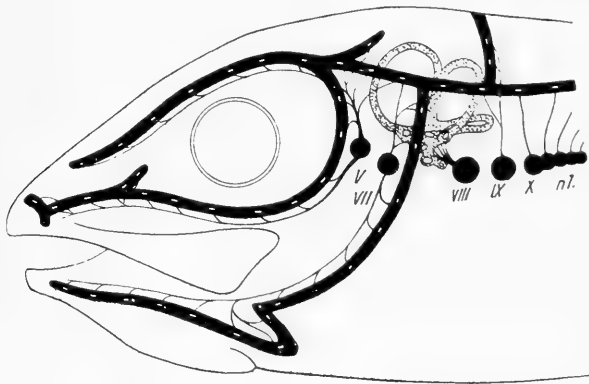


Fig. 2.

Schema dell'innervazione degli organi laterali.

dubbio eccitati, e da queste loro ricerche concludono quindi che i pesci hanno organi di senso per la percezione del suono.

Ricerche molto più precise sopra questo argomento le dobbiamo a Piper, il quale, studiando nei pesci i fenomeni elettrici (adoperava un galvanometro a corda), che si osservano colla produzione di vari suoni.

potè giungere a questa conclusione molto importante: „Die Sinnesorgane des Labyrinthes durch diesen Reiz (der Schall) in Erregung versetzt werden und somit sehr wahrscheinlich der Perzeption des Schalles dienen.“

Piper rigetta assolutamente l'idea del Baglioni, secondo il quale il suono verrebbe percepito dall'organo della linea laterale e non dal labirinto, e soggiunge:

„Ich bin der Meinung, dass es sich um Labyrinthreaktionen handelt.“ Mi piace qui riportare, perchè hanno una affinità coll'argomento del quale ci occupiamo, alcune osservazioni da me fatte nel golfo di Napoli sopra la percezione dei suoni e rumori in uomini, che si tuffavano in acqua (si chiamano „summozzatori“), specialmente per andare a cercare nel fondo Mytilidae nascosti nella sabbia (*Solecurtus*, *Solen*, *Cytherea* ecc.). Alcuni di questi individui, dai venti ai cinquant'anni in media, sono capaci di trattenere la respirazione anche per 2', però fanno spesso sangue dalle orecchie e dai polmoni.

Ebbene, tutti concordemente sentono sino a 10 metri, molto distintamente, il rumore-suono prodotto da un remo battuto sopra la barca. Quindi la cifra che dà il Ducceschi della percezione dei suoni e rumori da parte dell'uomo immerso in acqua di metri 7, deve ritenersi molto bassa. Questi individui poi sono capaci di vedere bene nel fondo sino ad una profondità di 15 m. (il Prof. H. Giglioli raccontava di aver conosciuto un greco pescatore di spugne, che si immergeva sino a 50 metri).

Mio compito in questo lavoro è stato di vedere, quale parte prendono nella facoltà di orientazione subiettiva diretta nei pesci i nervi statici, ossia, per meglio precisare, il N. VIII (senso otocistico). Come ben si sà, anche il Nervo della linea laterale (senso laterale) è ascritto fra i nervi statici nei pesci. E questa parte è stata studiata, sia in sé stessa, come anche nei suoi rapporti colla sensibilità e con la motilità.

Ho avuto l'idea di scegliere il Trigla per queste esperienze sul taglio del Nervo VIII, perchè ha gli occhi molto grandi e così possono essere bene seguiti tutti i vari movimenti che compiono. Di più poi hanno delle pinne pettorali molto sviluppate e così anche posseggono dei piccoli piedi, hanno insomma molti organi locomotori, che sono

molto sviluppati e quindi è più facile vedere in questi le possibili posizioni anormali, che possono assumere dopo una tale operazione.

Naturalmente metterò in rapporto questi fatti, con quelli che dipendono dal senso di attitudini segmentarie (senso tattile profondo e superficiale).

Ricapitolando molto brevemente, quanto oggi si sa di sicuro sulla Anatomia e Fisiologia del labirinto dei vertebrati, si può concludere:

1° I canali semicircolari con le ampolle servono alla cognizione della direzione dei movimenti rotatori del capo e indirettamente anche (ciò specialmente nei pesci, dove il capo è unito al tronco in modo che non si muove) di tutto il corpo. Sono insomma gli organi di orientamento nel movimento.

2° I sacchi otolitici hanno probabilmente tre funzioni abbastanza distinte fra loro:

- a) orientano il corpo riguardo alla sua posizione nella direzione della gravitazione; sono dunque gli organi di equilibrio del corpo in riposo, i veri organi statici, come le vescichette otolitiche degli invertebrati;
- b) orientano il corpo sopra l'inizio, la cessazione, l'andare più rapidamente o più lentamente della locomozione;
- c) probabilmente, specialmente nei vertebrati inferiori, sono organi che servono alla percezione di scuotimenti, vibrazioni, tremolii. Questa loro speciale funzione la condividono cogli organi della linea laterale dei pesci, ciò che starebbe dunque a dimostrare che tutto il labirinto auditivo non è altro che un organo laterale, molto sviluppato e nettamente specializzato.

Per eseguire queste esperienze mi sono sempre servito di esemplari di *Trigla* (sp. div.: *lyra*, *corax*, *lineata*). Sono animali che rispondono molto bene per questo genere di operazioni e si possono seguire tutti i fenomeni di deficienza, consecutivi al taglio dei nervi statici.

#### Metodo operatorio per il taglio del nervo VIII in *Trigla*.

Non è molto difficile eseguire questo taglio dell'acustico in *Trigla*. Come punto di ritrovo si prende la regione posteriore del cranio: si

esegue un taglio in questo punto della lunghezza di cm. 1—2. Si divaricano le masse muscolari, con un colpo di pinza si fa una breccia nella colonna vertebrale e sotto apparisce subito l'acustico con le sue molteplici radici.

Sono talmente bene distinte queste radici, che potrebbero essere tagliate una ad una, specialmente coll'aiuto di lenti binoculari.

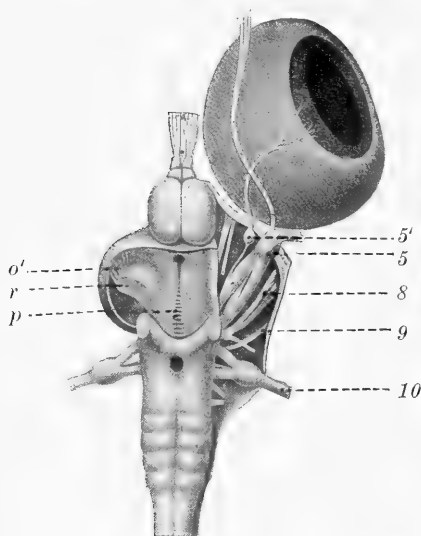


Fig. 3.

*o'* = radiazione interna del lobo ottico; *r* = rigonfiamento semilunare tagliato trasversalmente; *p* = commissura del solco mediano; *5* = N. V. (Trigeminus) che presenta un rigonfiamento ganglionare *5'* = ramo della branca anteriore del V, costituente il Nervus ciliaris, che presenta nel suo tragitto un rigonfiamento ganglionare; *8* = N. VIII (acusticus); *9* = N. IX (glossopharyngeus); *10* = N. X (vagus) che presenta un rigonfiamento ganglionare voluminoso.

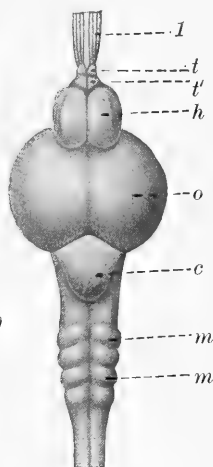


Fig. 4.

*1* = N. I. olfactorius;  
*t* = tuberculum olfactorium posterius;  
*t'* = tuberculum olfactorium anterius;  
*h* = emisferi  
*O* = lobus opticus.  
*c* = cerebellum  
*mm* = rigonfiamenti del midollo cefalico.

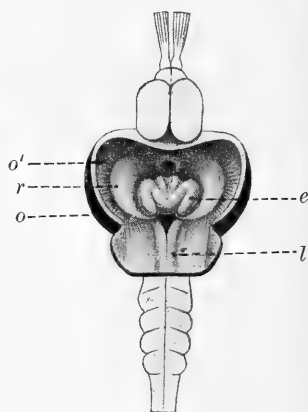


Fig. 5.

Cervello con Lobus opticus aperto.  
*o* = Lobus opticus  
*r* = rigonfiamento semilunare;  
*o'* = radiazioni interne del Lobus opticus;  
*e* = eminenza lobata;  
*l* = Lamina commissurale.

Fig. 3-4-5 (da Baudelot E. Planche IX. Fig. 1-2-3 cervello di Trigla pini).

Appena cessata un po' l'emorragia, allora si fa il taglio netto del nervo per mezzo di un bisturi. Si cuce la ferita a doppia sutura, vi si spalma sopra un po' di collodion e si rimette il Trigla nel bacino.



Le figure, che io riporto, danno una idea esatta, non solamente dell'aspetto macroscopico del cervello di Trigla, ma anche della topografia dei vari nervi cerebrali (e quindi anche dell'VIII) rispetto specialmente all'occhio. (Fig. 3—4—5.)

Dopo aver ripetuto molte volte questa operazione, sono giunto a tagliare il Nervo VIII senza nemmeno aprire i tegumenti, ma configgendo un bisturi molto sottile al di dietro della regione posteriore del cranio. E la operazione è riuscita sempre molto bene e nettamente. In tutte queste operazioni, per mezzo di un tubo di vetro, da dove fluiva acqua di mare, messo nella bocca, si manteneva di continuo la respirazione. Il taglio del nervo è stato eseguito sempre a destra per facilitare la comprensione dei fenomeni costantemente presentati dall'animale, il quale, durante tutto l'atto operatorio, era fissato in una doccia, fatta di lamine di piombo, che lo immobilizzavano completamente.

Occorre adesso riassumere molto brevemente la sintomatologia presentata dai vari Trigla che hanno subito il taglio omolaterale dell'VIII. Esaminerò partitamente i disturbi che si sono verificati nelle varie regioni e nei vari organi dell'animale, dopo eseguito questo taglio, facendo sempre una distinzione e bene dividendo i sintomi presentati, appena eseguita l'operazione, da quelli che si hanno dopo un certo tempo, da che questa è stato fatto.

*Stato di riposo.* Come mostra bene la fotografia che io riporto (fig. 6), poggia sempre costantemente in senso trasverso sul lato destro, oppure talvolta arriva a poggiarsi completamente su questo lato, tanto che il lato destro poggia del tutto sul fondo. Oppure talvolta sta con la regione ventrale rivolta in alto e col dorso poggiato sul fondo, oppure può essere poggiato tutto dal lato sinistro, ma ciò si avvera più raramente e solo in via transitoria.

Qualche volta poi, specialmente dopo qualche giorno che è stata eseguita l'operazione, può poggiare sul fondo in modo completamente simmetrico, ed in questo caso ho osservato, che anche gli occhi sono situati in modo del tutto simmetrico.

La posizione della testa della rana, privata di un solo labirinto, è molto simile a quella di un piccione, che abbia subito la stessa operazione.

E la stessa posizione si ha, come appare bene dalla fotografia, in un Trigla, al quale sia stato asportato anche un labirinto.

La testa e quindi il corpo sono girati attorno all'asse longitudinale; il lato operato è situato in un piano più basso del lato sano. Questa torsione va poi diminuendo, ma persiste sempre però.

La pinna pettorale destra è in leggera adduzione, ma è completamente ripiegata, spesso però è più o meno completamente addossata all'animale, mentre la pinna pettorale sinistra non solamente si trova in adduzione piuttosto grande, ma è anche divaricata, quasi la metà del normale piegamento (fig. 6). Talora la pinna pettorale destra è

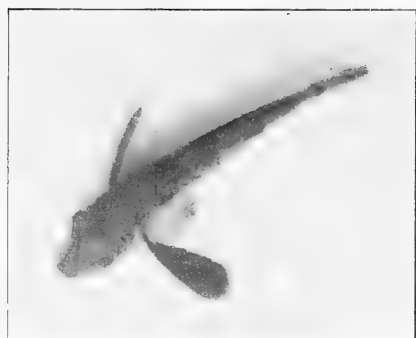


Fig. 6.

in adduzione completa e quella sinistra in abduzione più o meno completa (fig. 7).

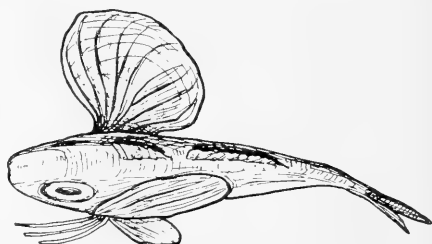


Fig. 7.

Oppure, qualche volta, le due pinne sono ugualmente aperte, ma in questo caso solo per brevissimo tempo.

Talvolta però, anche quando è in stato di riposo, poggiato sul lato destro, le pinne pettorali possono essere addossate ambedue completamente al corpo da ambedue i lati. Oppure anche la pinna pettorale destra può essere molto divaricata dalla linea mediana.

Qualche volta rimane invece piegata, almeno nei primi minuti dopo l'operazione, sul lato sinistro. Alcuni poi poggiano indifferentemente in senso trasverso sui due lati. Anche quando smette di nuotare, cade indifferentemente sul fondo, sull'uno o sull'altro lato.

Quando tiene le pinne pettorali completamente addossate al corpo, oppure le tenga situate nei modi anormali ora descritti, allorchè venga ad essere stimolato in un modo qualunque (stimolo visivo, stimolo tattile) le apre ugualmente bene, con la stessa velocità e simmetri-

camente da ambedue i lati, come ho potuto convincermi ripetendo spesso volte questi stimoli. Però talvolta divarica completamente la pinna pettorale sinistra, mentre la destra omonima rimane più o meno ritirata e addossata al corpo.

I piedi di sinistra sono portati verso l'avanti e spesso anche contemporaneamente verso l'alto (fig. 8), raggruppati più o meno fra di loro, mentre quelli di destra sono anche in abduzione, ma servono specialmente alla metà destra come punto di appoggio. I piedi di destra spesso sono tutti ripiegati indietro, oppure talvolta avviene viceversa: ossia i piedi di sinistra sono più o meno completamente ripiegati indietro, mentre quelli di destra sono più o meno portati verso l'avanti (fig. 9). I primi sarebbero quindi situati in posizione più o meno normale, mentre i secondi si trovano in una posizione assolutamente anormale. Spesso i piedi sono situati da ambedue i



Fig. 8.

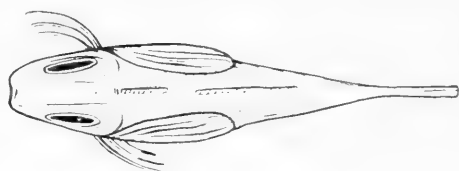


Fig. 9.

lati in posizione normale. Di quando in quando, pur non facendo alcuna natazione, si solleva sulle zampine dal fondo del bacino. Il movimento dei piedi si vede bene, quando il pesce sta qualche volta poggiato col dorso sul fondo: sono questi in continuo moto, molto più coordinatamente però quelli di sinistra che quelli di destra, i quali sono in parte ritirati e addossati al corpo.

Delle *pinne ventrali*, la sinistra è molto più divaricata della destra, che è quasi completamente addossata all'animale.

La coda è lievemente ripiegata verso il lato destro.

Ewald aveva osservato (fatto poi confermato anche da Thomas) nei cani, ai quali era stata fatta la sezione dell'VIII a destra, una certa tendenza a mettere sempre in abduzione le estremità di sinistra (normalmente innervate dall'VIII omonimo).

Quando l'animale si muoveva, si scuoteva, quest'attitudine diventava molto più manifesta, del resto questo movimento di abduzione

aveva come conseguenza uno stiramento o una caduta del corpo sul lato destro.

Per quanto poi riguarda *gli occhi*, quello di destra è naturalmente rivolto in basso, data la posizione trasversa nella quale si trova il Trigla e va ruotando continuamente in tutti i sensi.

L'occhio destro può essere girato leggermente in alto, oltrechè in basso. L'occhio destro è spesso molto opaco per lesione nella cornea, difatti il pesce, stando poggiato sul lato destro, e spesso strisciando sul fondo da questo lato, si produce delle abrasioni alla superficie dell'epitelio corneale e da qui opacamento più o meno completo. Quest'occhio destro è anche rientrato nell'orbita, e quando è ruotato in alto o in basso, lo è sempre in maniera molto più forte e più evidente, che non quello di sinistra. Riguardo alla mobilità, l'occhio destro rimane immobile qualche volta. L'occhio destro spesso è in stato esoftalmico (si vede bene ciò, quando il Trigla è poggiato sul lato sinistro) ed è immobile.

Quello di sinistra sta completamente fermo, rivolto verso l'alto in posizione normale, oppure è poco mobile. Talvolta gli occhi vengono mossi in maniera del tutto normale da ambedue i lati.

Quando sta completamente fermo sul fondo e non venga stimolato, gli occhi di ambedue i lati possono stare sempre assolutamente immobili.

Quando è piegato sul lato sinistro, l'occhio destro è rivolto, girato in alto, molto più del sinistro, sta però assolutamente immobile; solo appena si mette nel bacino, quest'occhio si muove molto fortemente.

Gli occhi si muovono contemporaneamente ed ambedue coordinatamente in tutti i sensi, secondo tutte le direzioni ed assi.

E, ciò che è più interessante, sono anche capaci di muoversi contemporaneamente, in modo affatto indipendente l'uno dall'altro.

*Stimolato* l'animale (stimolo meccanico o visivo) si alza un po' per nuotare, ma poi ricade subito nel fondo, è incapace insomma di proseguire il nuoto per un tempo piuttosto lungo. Vedremo poi ed analizzeremo bene questo tipo di nuoto, che va compiendo.

Nei primi tempi, appena è stata eseguita la lesione dell'VIII,

spesso il nuoto è molto incerto, tanto che non si riesce molto bene ad analizzare, a quale tipo appartenga.

Dopo qualche tempo che è stata eseguita la lesione, rimane sul fondo in leggero pleurotono sinistro, stando sempre leggermente poggiato sul lato destro.

Qualche volta rimane anche in stato opistotonico, poggiato sull'uno o l'altro lato, sul fondo del bacino.

Molto spesso giace sul fondo colla regione ventrale rivolta in alto e poggiato leggermente a sinistra o a destra.

In questo stato si vede bene la posizione delle pinne pettorali e dei piedi (a sinistra la pinna è completamente divaricata e gli arti in abduzione, a destra la pinna è del tutto ritirata e addossata al corpo, lo stesso avviene dei piedi).

L'occhio del lato operato guarda in basso e un poco all'interno, e, nei primi giorni che seguono alla operazione, si osserva nistagmo: dopo un certo tempo (2—3 settimane) la deviazione diminuisce un poco, ma persiste sempre.

L'occhio del lato sano è leggermente deviato in alto e in fuori.

Naturalmente il nistagmo è meno forte a destra, ossia nel lato operato di N. VIII, che a sinistra.

Concordo con Ewald nel ritenere, che ogni labirinto agisce sopra i due occhi e specialmente su quello dello stesso lato.

I movimenti di reazione dipendono solamente dal labirinto ed i movimenti di nistagmo sono invece indipendenti.

Basta rammentare a questo proposito le esperienze di Lee: questo autore ha osservato che i movimenti degli occhi e delle pinne che esegue lo Scyllium, quando si ponga in differenti piani dello spazio, sono gli stessi ed uguali a quelli che si hanno, quando si eccitano le ampolle dei canali semicircolari.

Ulteriori studi, eseguiti in proposito, sui rapporti fra occhi e labirinto, hanno confermato questi fatti.

*Movimento.* Il nuoto può essere spontaneo, come anche si può determinare dietro uno stimolo, però questo, alcune volte, specialmente nei primi giorni, ha un effetto molto limitato, perchè il Trigla, data forse la difficoltà per mantenersi in equilibrio, nuota solo dopo stimoli

molto forti e la durata del nuoto è contemporaneamente di molto breve tempo. Si hanno diverse forme di nuoto in questi Trigla, che hanno subito il taglio omolaterale dell'VIII.

Nel nuoto, specialmente nei primi giorni, le pinne pettorali sono completamente divaricate per aumentare la superficie e così rendere più facile la conservazione dell'equilibrio nel nuoto, equilibrio che è già molto instabile nei pesci, tanto che viene mantenuto molto difficilmente ed anche per cause minime si può avere uno squilibrio completo, come ho sopra accennato.

Queste pinne pettorali sono ugualmente aperte da ambedue i lati.

Per quanto riguarda la posizione del corpo nel nuoto, si deve rilevare che nuota molto spesso ripiegato più o meno completamente sul lato destro, sia in senso orizzontale, oppure anche trasverso, anche quando sia poggiato allo stato di riposo sull'uno o sull'altro lato. Eseguono in questo caso sempre un movimento di natazione tipo Scyllium. Anzi si può dire che, quando non compie movimenti di rotazione o altri movimenti anormali, dei quali terremo parola, agita molto fortemente la coda lateralmente molto più del normale, nuotando appunto tipo Scyllium, ciò che allo stato normale, come ho dimostrato in un mio precedente lavoro, non si avvera.

Molto spesso però sta quasi con tutta la regione dorsale rivolta contro il fondo del bacino, sicchè questo ripiegamento sul lato destro è molto limitato, ma esiste sempre.

Questi movimenti di natazione poi vengono eseguiti in maniere molto differenti.

Facendo centro della metà del corpo, va ruotando intorno al proprio asse longitudinale, sempre verso il lato destro (fig. 10) (qualche volta questo tipo di movimento ha luogo anche verso sinistra).

Ovvero anche, facendo centro coll'estremo anteriore (cefalico), va nuotando su questo punto verso destra intorno al suo asse longitudinale (fig. 11).

Oppure si hanno *movimenti di rotazione intorno all'asse trasversale costantemente verso il lato destro*; questi movimenti si avverano tenendo il Trigla l'estremo cefalico fissato sul fondo, oppure si poggia sul fondo di lato e così esegue questi movimenti di rotazione. Può

durare anche molto tempo a nuotare in questa maniera in senso perpendicolare (verticale), orizzontale e trasverso (specialmente però in senso verticale).

In questi movimenti di rotazione intorno al proprio asse la pinna pettorale sinistra è più o meno in abduzione, divaricata ed estesa, mentre la corrispondente di destra è quasi del tutto accostata e in adduzione sul corpo.

Oppure talvolta va rotolandosi sul fondo, sempre verso destra ed in questo caso le pinne pettorali sono completamente addossate al corpo dell'animale, altrimenti questa rotazione, se ambedue o una delle pinne fossero aperte, resterebbe ostacolata. Questa rotazione sul fondo si avvera, quasi di continuo, pochi giorni o poche ore prima della morte (iperattività premortale); anche quando è poggiato sul lato sinistro, appena stimolato, fa subito un movimento di rotazione verso destra. Spesse

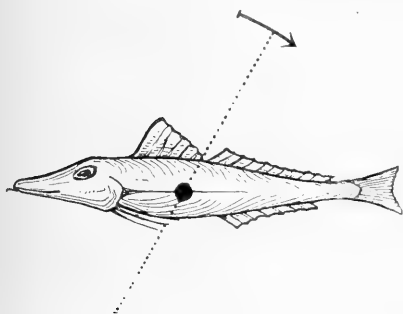


Fig. 10.

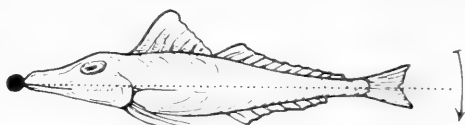


Fig. 11.

volte questi moti di rotazione (forse per stanchezza dell'animale) non sono che molto limitati e cade quasi subito sul fondo.

Molto spesso poi si combinano questi due movimenti di rotazione (intorno all'asse longitudinale e all'asse trasverso) ed allora risulta un movimento di traslazione, che si avvera sempre sotto forma elicoidale (a spirale) verso destra.

Talvolta questi movimenti elicoidali sono verso sinistra. La posizione di questa elice nello spazio va dalla orizzontale alla trasversale sino alla verticale (fig. 12). Per eseguire un tale movimento dilata di molto la pinna pettorale sinistra, mentre la destra è quasi addossata al corpo. Il nuoto in senso trasverso è molto più frequente di tutti sotto un angolo più o meno acuto. Questa elice poi è più o meno ristretta.

Alcune volte in questi movimenti a spirale, destrogiri o destrorsi,

prevalgono molto di più i movimenti di rotazione intorno al proprio asse su quelli laterali (di maneggio).

Talvolta questo movimento a spirale può essere la risultante di un movimento di maneggio verso destra e di un movimento di rotazione intorno al proprio asse verso destra (da questi due movimenti ne risulta uno a spirale verso destra).



Fig. 12.

Non sempre poi questi movimenti spiraloidei destrogiri si avverano verso l'alto in senso più o meno trasverso, ma, spesso anche, il Trigla li compie per scendere verso il fondo del bacino. La spirale può allargarsi dal basso verso l'alto (fig. 13) oppure invece andarsi restringendo (fig. 14).

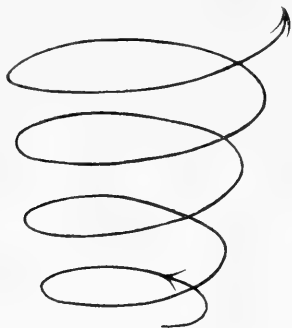


Fig. 13.

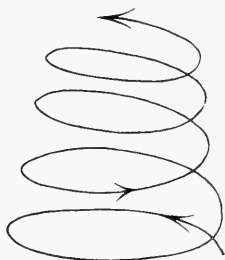


Fig. 14.

Questi tre tipi di movimento vengono eseguiti, sia nell'acqua come anche quando il Trigla sta poggiato più o meno sul fondo del bacino. Ed una caratteristica di questi movimenti coatti si è che sono molto violenti, irresistibili ed hanno una maggiore velocità che non i comuni movimenti di natazione.

È capace anche di eseguire *movimenti di maneggio* verso destra, o nuotando, oppure stando sul fondo del bacino (quasi sempre però li esegue stando poggiato sul fondo) (fig. 16).

Si noti però che possono anche essere eseguiti movimenti di



maneggio verso sinistra (fig. 15). Riguardo alla durata del nuoto, è capace, ad esempio, di nuotare a spirale sempre verso destra, anche per mezz' ora. In genere però nuota sempre per periodi di tempo molto più brevi.

È di una grande difficoltà per il Trigla posarsi sul fondo sul lato destro in completo riposo, ciò forse dipende dalle turbe visive, alle quali è in preda.

Dopo aver fatto molti tentativi e provato e riprovato per 10'—15', finalmente prende fondo e si posa là sul lato destro sempre costantemente. Alcune volte si ferma, quasi stando poggiato sul fondo col l'estremo cefalico, ma solo per pochissimi secondi, perchè comincia subito a nuotare di nuovo. Dopo vari di questi tentativi, finalmente



Fig. 15.

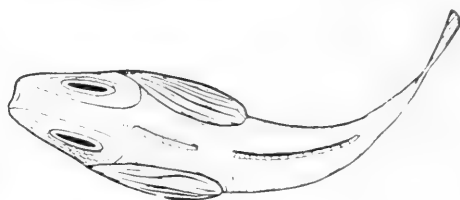


Fig. 16.

si poggia lì sul lato destro: indubbiamente stenta molto per passare dal nuoto alla posizione di riposo: per far ciò si aiuta specialmente non solo coi piedi, ma anche con la testa.

In genere si può dire che, dopo ogni 4'—10'—15'—30' di nuoto, cade sul fondo e lì si riposa poggiato sul lato destro. È incapace insomma di eseguire movimenti di natazione per un lungo periodo di tempo come allo stato normale: si alternano insomma dei periodi di riposo piuttosto lunghi con periodi di nuoto, specialmente a spirale, che sono di una durata molto più breve. Si ha quindi una forma intermittente di nuoto.

Alcune volte, però, specialmente nei primi giorni dopo l'operazione, i periodi di attività sono di più lunga durata dei periodi di riposo. Spesse volte, nei primi tempi dopo l'operazione, il movimento di nuoto non dura che 30"—1' e poi il pesce ricade subito sul fondo.

Si alternano continuamente periodi di riposo con periodi di atti-

vità motoria. Però sono più lunghi i periodi di attività di quelli di riposo.

Durante i movimenti di natazione che vo compiendo, gli *occhi* si mantengono assolutamente immobili.

Oppure gli occhi compiono dei movimenti del tutto anormali e che nulla hanno a che vedere con i moti compensatori oculari. Ho visto costantemente in tutti i pesci, che prima di dirigersi in un punto qualunque, verso questo lato muovono coordinatamente gli occhi.

L'occhio destro è quello che compie specialmente dei continui movimenti anormali, disordinati.

Invece l'occhio sinistro sta sempre fermo, oppure si muove poco, però, mentre i movimenti che compie sono meno disordinati di quelli compiuti dal destro, non è mai capace di fare i normali movimenti compensatori.

Questi risultati confermano e completano quelli di Ino Kubo sui rapporti fra apparecchio auditivo e movimenti oculari.

Appena ha smesso di nuotare, cade sul fondo del bacino poggiato sul lato destro ed in questo caso la pinna pettorale destra è tutta addossata al corpo, mentre la corrispondente sinistra è quasi del tutto dilatata ed in abduzione.

Oppure può cadere anche sul fondo con la regione dorsale, tenendo rivolta verso l'alto la regione ventrale, però è sempre lievemente piegato sul lato destro.

In questa posizione si vede molto bene il movimento coordinato dei piedi da ambo i lati: sono tentativi per ritornare nella posizione ventrale normale.

Però coi soli piedi non riesce a ciò, quindi, dopo molti tentativi, con un colpo energico di coda, ritorna subito a nuotare quasi sempre in senso elicoidale verso destra.

Molto raramente, dopo simili tentativi, rimane sul fondo poggiato sul lato destro.

Quando presenta dopo qualche giorno dalla eseguita operazione uno *stato pleurotonico sinistro*, allora in questo caso presenta molto spesso movimenti di maneggio verso sinistra (fig. 16), mantenendosi sempre in un piano orizzontale, oppure anche qualche volta in senso

verticale, molto più facilmente esegue questi movimenti in senso trasverso, tenendo o no contemporaneamente rivolta verso l'alto la regione ventrale. Questi movimenti di maneggio però si combinano spesso con quelli di rotazione e si ha un moto a spirale. In questi stati pleurotonici la pinna pettorale sinistra è completamente contratta e ripiegata, appoggiata al corpo, mentre la omonima di destra è completamente divaricata.

Da quanto io ho potuto osservare in questi pesci, che hanno subito questa operazione, seguiti diligentemente anche per qualche mese, mi sono convinto che le due funzioni più difficili ad essere da loro compiute sono quelle di prendere terra, e l'altra, di quando cioè sono sul fondo, di risalire di nuovo a nuotare verso l'alto.

Sono indubbiamente due movimenti molto complessi e dove debbono entrare in attività tutti gli ordegni motorio-sensoriali, perchè si tratta di un fatto intenzionale, perchè deve compiere quel dato determinato sforzo e quel dato difficile movimento, perchè si tratta del passaggio da un periodo di attività ad un periodo di riposo e viceversa, nei quali passaggi, naturalmente, è cosa molto difficile il poter mantenere la posizione di equilibrio, specialmente poi in uno di questi pesci che abbia subita una tale grave lesione, quale è appunto il taglio unilaterale del nervo VIII.

Prima di mettersi in moto muove gli occhi, ma questi non seguono come moto compensatorio i movimenti dell'intero corpo dell'animale.

Quando dal basso vuole salire in alto, apre ugualmente bene ambedue le pinne pettorali, molto di meno però la destra della sinistra (questa è una delle cause dei movimenti anormali). Apre e divarica anche tutti i piccoli piedi, quando dalla posizione di riposo vuole salire in alto nel bacino. Lo sforzo principale però viene fatto dalla coda.

Stando in stato *opistotonico*, più o meno inarcato, e stando poggiato sull'uno o l'altro lato, va facendo continui movimenti di maneggio verso destra (fig. 17). E, stando sempre in questa anormale posizione, va nuotando in senso verticale, trasverso, oppure anche a spirale, mai però in senso orizzontale.

Questi movimenti di maneggio in stato *opistotonico* vengono compiuti in un circolo in media di cm 5—8 di diametro.

Qualche volta infine, stando con *l'estremo caudale fissato sul fondo* (fig. 18), va facendo continui movimenti di rotazione verso destra. Tiene la punta della coda come un punto fermo, e lì attorno va girando continuamente e con questi movimenti limita quasi una figura conica.

Qualche volta infine, invece che con la coda, rimane *fissato sul fondo*



Fig. 17.

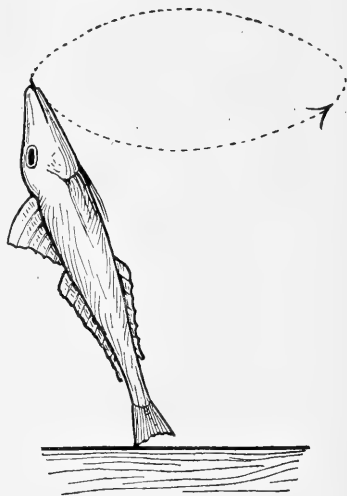


Fig. 18.

con la testa (fig. 19) allo scopo di tentare di rialzarsi e per nuotare, e lì, facendo centro con questa, va descrivendo un cono rimovendosi verso destra. Se qualche volta viene a rialzarsi ed a fare qualche movimento a spirale, ricade poi subito sul fondo. Quando sta coll'estremo cefalico rivolto sul fondo, sta colla regione ventrale rivolta verso l'alto.

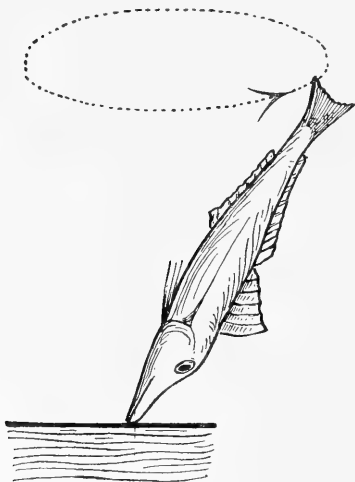


Fig. 19.

In questi due ultimi movimenti che si eseguono a cono, facendo centro contro il fondo, o con la testa o con la coda, la pinna pettorale destra è sempre addossata al corpo dell'animale, mentre la sinistra è più o meno divaricata.

Possono questi pesci passare dall'una all'altra forma di movimenti con una grande facilità (da quelli di fondo andare a fare un movimento a spirale con con-

temporanea rotazione intorno al proprio asse verso destra). Forse, compie questi ultimi movimenti per rimettersi in equilibrio e nuotare nel bacino, oppure per mettersi sul fondo in posizione di riposo. Difatti, dopo un certo tempo che ha compiuti questi movimenti, comincia a compiere i movimenti anormali sopra descritti, specialmente quelli a spirale, oppure va a posarsi sul fondo. Ed io ritengo che tali movimenti, che vengono a limitare un cono, siano il primo gradino del movimento a spirale, che poi esegue il Trigla. Molto spesso questi movimenti a cono sono uniti con quelli a spirale.

Il pesce vorrebbe forse posarsi sempre sul fondo, ma non essendo i suoi meccanismi motori normalmente innervati, va compiendo i movimenti anormali sopra descritti. Dopo molti tentativi finalmente riesce a posarsi sul fondo e lì rimane poggiato sul lato destro, in leggero pleurotono destro, e con la testa rivolta in alto verso sinistra.

In regola generale, quando va nuotando, sta quasi sempre alla superficie del bacino e molto raramente va sul fondo.

Ho poi notato molto bene, come va iniziando questi movimenti anormali: fa dapprima qualche espirazione molto forte (Ausspireflex) (si noti lo stretto rapporto che passa fra movimento [nuoto] e respirazione) e poi, dilatando prima la pinna pettorale sinistra e quindi la pinna pettorale destra e, aiutandosi contemporaneamente anche con i piedi, va facendo prima dei movimenti di rotazione verso destra (precedentemente ritira completamente la pettorale destra). Si alza quindi dal fondo e compie così i sopra descritti movimenti a spirale, specialmente in senso trasverso.

È interessante poi osservare, come i primi movimenti di rotazione, che compie quando si leva dal fondo del bacino, sono fortissimi, e ciò lo fa quasi sicuramente per orientarsi, man mano poi questi movimenti di rotazione diventano sempre molto più calmi, più lenti. È caratteristica molto questa iperattività iniziale (lo sforzo non è adatto allo scopo, non esiste una relazione netta) che mostra, quando s'inizia il nuoto, tanto che qualche volta tenta di uscire dal bacino.

Questi movimenti a spirale destrogiri, verso l'alto del bacino, sono molto più forti e più energici al principio, perchè forse, per la spinta al movimento, l'orientazione deve essere la più perfetta possibile. Poi

naturalmente, quando il Trigla si è abituato all'ambiente, i movimenti si vanno man mano regolarizzando e vanno divenendo molto più calmi, più moderati, più deboli. L'orientazione insomma è molto più facile, quando è stato spiccato il nuoto.

Lo sforzo ed i tentativi, che va facendo per librarsi al nuoto, sono indubbiamente molto manifesti. Ciò, sia spontaneamente, come anche dopo stimoli, che bisogna ripetere molte volte e molto energicamente, perchè si abbia un movimento di rotazione. Si muove molto a stento e sembra anche con molta fatica, quasi sempre con un movimento di maneggio verso destra (questo movimento dipende da che la pinna pettorale sinistra è del tutto divaricata, mentre la destra è tutta addossata al corpo dell'animale).

Ho notato anche che, in media, dopo questi forti anormali e continui movimenti di natazione, il numero delle respirazioni è, in media, di 96 al 1', mentre allo stato di riposo sono 60—70.

Qualche rara volta è capace di nuotare in tutti i sensi, in modo assolutamente normale, senza compiere mai alcun movimento di rotazione.

Però la base fondamentale del movimento è sempre la rotazione che viene eseguita in tutti i sensi, specialmente nel verticale e nel trasverso, poco nel senso orizzontale.

Il nuoto poi, specialmente pochi giorni prima della morte dell'animale, va quasi completamente cessando ed il pesce rimane quasi sempre poggiato sul fondo, eseguendovi sopra quei movimenti di rotazione intorno al proprio asse sopra descritti. Talvolta eseguisce un tipo di movimento a strisciamento-nuoto, toccando più o meno fondo, aiutandosi ad espletarlo specialmente coll'aiuto dei piccoli piedi.

Nel nuoto non evita molto bene gli ostacoli, perchè batte continuamente colla regione anteriore cefalica contro le pareti del bacino nel quale è contenuto. La lesione è tale che non può essere bene determinato e limitato lo stimolo motorio cerebrale, data appunto la lesione del N. VIII. Gli ordigni nerveo-sensoriali non rispondono più in modo tale allo stimolo volontario, che il pesce possa essere al caso di misurare bene la distanza ed evitare così di battere contro le pareti del bacino, quantunque certamente riconosca e veda molto bene tutti gli osta-

coli che si frappongono davanti. Quantunque forse non sia al caso di distinguerli perfettamente (mancherà forse la netta immagine stereoscopica ad es. per anormale posizione degli occhi, purtuttavia li vede sicuramente, però in modo anormale senza dubbio).

Qualche volta non nuota, ma eseguisce dei movimenti di *strisciamento* sul fondo, tenendo completamente aperta la pinna pettorale sinistra e socchiusa quasi del tutto la omonima destra.

In questo strisciamento, che va facendo sul fondo, può presentare un leggero movimento di maneggio verso il lato sinistro.

Molto spesso, specialmente nelle prime ore dopo eseguita l'operazione, oltre la grande difficoltà al nuoto, della quale ho sopra parlato, anche in seguito a stimoli molto energici, si ha una forma tutta speciale di nuoto. È un nuoto incerto (fig. 20) *tipo Scyllium* (colpi laterali energici della coda), ma contemporaneamente il pesce si muove lateralmente a bilanciere (ciò è evidente specialmente nella regione anteriore cefalica), pur mantenendosi sempre in senso trasverso

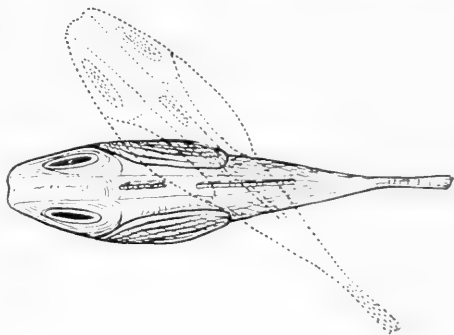


Fig. 20.

(specialmente poggiato sul lato destro) rispetto al fondo. Quando eseguisce questo tipo di movimento tutto speciale, fa sempre un nuoto di filata e lo compie anche perfettamente in linea orizzontale. Questo nuoto lo eseguisce sempre, strisciando quasi lungo una parete del bacino, e spesso batte la sua coda contro questa parete. Anche questo tipo tutto speciale di nuoto è a forma intermittente.

Quando compie questo nuoto tipo *Scyllium*, le due pinne pettorali sono completamente accostate al corpo, più la sinistra però che la destra. Da questa disuguaglianza nella posizione di tali pinne, dipende da che molto spesso questa forma speciale di nuoto non viene eseguita in modo del tutto perfetto. Quando l'addossamento delle pinne è completo, allora il nuoto è molto più normale. Talora, se nuota specialmente piano, la pinna pettorale sinistra è del tutto estesa, mentre la

destra è quasi addossata all'animale: questa ineguaglianza nell'apertura delle due pinne dipende da che la sinistra, normalmente innervata, può espandersi bene e quindi giovare molto al nuoto dell'animale, mentre la destra, anormalmente innervata, ha una espansione molto limitata: la prima serve molto bene pel mantenimento dell'equilibrio, mentre la seconda quasi nulla. Oppure, qualche volta, questo nuoto tipo Scyllium viene eseguito con le due pinne pettorali completamente e omogeneamente aperte e ciò forse per avere sempre una maggiore base per mantenere il proprio equilibrio.

Questo nuoto tipo Scyllium talora, invece che essere eseguito lungo il bacino, si esegue al fondo di questo, mantenendosi il Trigla su questo specialmente poggiato di lato (destro o sinistro): in questo caso si tratta di un vero nuoto-strisciamento.

Facendo spesso questo nuoto tipo Scyllium, che si avvicina molto al normale, va nuotando normalmente in tutti i sensi: e ciò, sia che il nuoto avvenga spontaneamente, come anche dietro uno stimolo qualunque. In genere però questo nuoto, che si avvicina molto al normale, dura per un periodo di tempo molto breve, perchè cominciano subito gli altri movimenti anormali di natazione.

Molto spesso, specialmente dopo poche ore che è stato eseguito il taglio del N. VIII, l'animale, oltre nuotare per tempo brevissimo, talora solo per pochi secondi, si lascia sempre cadere al fondo, smettendo di nuotare, e là cade sull'uno o sull'altro lato (quasi sempre sul destro). Come ho sopra notato, è un movimento troppo complesso quello di andare a cercare il fondo ed adagiarsi poi sopra, perciò si lascia cadere come corpo morto.

Qualche volta si ha una *modificazione di questo nuoto tipo Scyllium*. Il Trigla, facendo centro della sua parte mediana, si piega (specialmente colla coda, ma anche colla testa) lateralmente e così può procedere molto in avanti. In fondo questa forma di nuoto rassomiglia molto a quella tipo Scyllium, solamente viene ad essere compiuto in maniera molto più energica, forse perchè l'equilibrio possa essere mantenuto con maggiore facilità.

I movimenti di natazione più forti e più violenti si hanno specialmente pochi momenti dopo eseguita l'operazione, perchè allora è



quasi impossibile un compenso da parte delle altre regioni del sistema nervoso.

È una vera e propria iperattività postoperatoria, che si avvera in tutti questi Trigla, mentre allo stato normale questi pesci si muovono molto raramente: appartengono alla categoria delle forme sedentarie.

Nei primi giorni, o anche dopo poche ore che è stato eseguito il taglio del N. VIII, si ha una forma caratteristica di nuoto che si avvera, sia spontaneamente, come anche dopo uno stimolo qualunque: è un *nuoto a scatti*, non continuo, come viene sempre compiuto da un Trigla normale. È un nuoto repentino tipo Scyllium, ma di brevissima durata, perchè l'animale scende subito al fondo: basta talvolta accostarsi solamente al bacino, perchè si abbiano questi scatti di nuoto molto vivace.

La spiegazione di questi fatti sta in ciò: parte dal sistema nervoso centrale l'impulso al movimento, non essendo però normali gli ordigni che dovrebbero farlo eseguire, si ottengono invece di questi moti repentini, violenti. In questa maniera forse sarà reso molto più facile il mantenimento dell'equilibrio: difatti è molto più difficile far muovere coordinatamente tutte le pinne per potersi mantenere in equilibrio, sia che nuoti piano, oppure che rimanga fermo in un punto qualunque del bacino.

Questa forma di nuoto ho poi notato che si avvera specialmente poco tempo prima che l'animale muoia, perchè, in questo caso, può essere ritenuto come una forma di iperattività motoria premortale (forse, in seguito a disturbi circolatori e degenerativi, si ha una maggiore eccitabilità del sistema nervoso, che porta ad una maggiore attività motoria).

Alcune volte poi si avvera, che questi pesci non nuotano liberamente nel bacino, ma si appoggiano (specialmente col lato destro) ad una parete e strisciando lungo questa (contemporaneamente possono stare con le varie regioni [dorsale, ventrale, laterale] sul fondo, oppure no) possono così fare un movimento di natazione. È anche questo un tipo di nuoto-strisciamento, e lo stare appoggiato alla parete è un punto di appoggio molto forte, che facilita di molto il movimento

di progressione. È questa una forma di nuoto, che si avvera specialmente nelle prime ore dopo eseguita l'operazione.

Possono eseguire tutti i movimenti sopra descritti nelle varie parti del bacino (dall'alto in basso), ma specialmente nei primi tempi si mantengono sempre verso il fondo, non se ne allontanano che di poco, perchè spesso vanno eseguendo quelle forme di nuoto-strisciamento, che sopra ho descritto.

Ho notato inoltre che molte volte, quando il Trigla venga stimolato allo stato di riposo, in primo tempo è capace di nuotare in posizione ventrale, tenendo la regione ventrale rivolta in basso e talora poggiata anche sul fondo. Ma questa posizione normale dura però molto breve tempo, perchè subito si mette nelle varie posizioni anormali sopra descritte.

Le forme di nuoto-strisciamento si avverano specialmente, dopo poche ore che è stata eseguita l'operazione. In questa maniera naturalmente, con un tale punto di appoggio, può essere mantenuto più facilmente l'equilibrio. Dato questo sostegno, il nuoto può essere anche, sino ad un certo punto, abbastanza equilibrato.

Queste forme di strisciamento-nuoto, quando vengono eseguite specialmente sulla regione ventrale, possono venire eseguite specialmente coll'aiuto delle pinne pettorali che fanno da veri e propri piedi e colla loro grande ampiezza concorrono a mantenere molto più facilmente l'equilibrio. Poi sono le pinne ventrali, i piccoli piedi e la coda che coadiuvano anche, da parte loro, perchè questo movimento possa essere eseguito.

In queste forme di strisciamento-nuoto può poggiare sull'uno o sull'altro lato, quasi sempre però sul lato destro, che è quello più deficiente, oppure, in via affatto transitoria, sulla regione ventrale.

Il movimento di maneggio a sinistra dipende da che la metà destra è atonica e la metà sinistra trovandosi in stato tonico normale (o forse anche ipertonico; essendo la metà destra atonica, la sinistra acquista maggiore tono, di quello che forse non lo sia normalmente).

È quindi la metà sinistra che tira a sè tutta la metà destra.

Ho notato inoltre che, quando compie questi movimenti di maneg-

gio verso sinistra, poggia allo stato di riposo in senso trasverso sul lato sinistro.

Certo si è che il divaricamento più o meno completo della pinna pettorale sinistra aiuta molto a mantenere l'equilibrio molto instabile, nel quale si trova il pesce che abbia subito una tale lesione. Perchè, come abbiamo bene visto, dal risultato delle nostre esperienze, la pinna pettorale destra è più o meno addossata al corpo. È dunque la pinna pettorale sinistra che, rimanendo completamente dilatata, può sostenere abbastanza bene il corpo dell'animale ed impedirne così la caduta.

Caratteristica indubbiamente è la influenza che il N. VIII esplica sopra la posizione della pinna pettorale, omolaterale al taglio.

È spiccatissima in questo caso la influenza che esplicano omolateralmente sul tono muscolare i canali semicircolari.

La influenza che esplicano i canali semicircolari sulla posizione degli occhi è limitata.

Lo spiegamento più o meno completo della pinna pettorale destra dipende da una mancanza di tono da questo lato.

È cosa interessante anche osservare, come si comportano questi Trigla, appena, dopo eseguita l'operazione, si mettano nel bacino.

Ebbene, ho notato che quasi sempre cadono completamente immobili sul fondo del bacino, con la regione ventrale rivolta verso l'alto.

Oppure qualche volta cadono anche di lato (destro o sinistro), ma ciò avviene molto più raramente: cadendo di lato, cadono quasi sempre sul lato sinistro, ossia sul lato normale.

Non ho invece visto mai cadere questi Trigla con la regione ventrale sul fondo.

È sempre dunque in posizione anormale che avviene questa caduta sul fondo: specialmente nei primi tempi dopo la eseguita operazione, è cosa molto più difficile il mantenere l'equilibrio, di quando è già decorso un po' di tempo dal taglio del N. VIII. Avvengono allora degli adattamenti, in modo che l'equilibrio può essere molto più facilmente mantenuto.

Rimangono immobili nelle posizioni sopra descritte anche per un tempo abbastanza lungo (5'—20'), poi cominciano ad eseguire dei

movimenti di natazione lungo il bacino, oppure dei movimenti di natazione-strisciamento sul fondo di questo. — . — . —

Vediamo ora di trarre delle conclusioni da queste nostre esperienze. Come abbiamo visto all'inizio di questo lavoro, nei pesci è ormai dimostrato fuori dubbio, che un organo della linea laterale, una papilla ectodermica, assume uno sviluppo straordinario e diventa la vescicola otocistica.

È stato anche visto che, le paia dei nervi cranici sensitivi, che concorrono alla formazione del nervo della linea laterale, sono il paio V. VII. IX. X, poi il nervo laterale continua.

L'intero paio VIII è tutto interamente destinato a quell'organo laterale così meravigliosamente differenziato e che diventa poi il labirinto.

Come ben si sa, i pesci non posseggono chiocciola e quindi non hanno alcun organo di Corti. Quindi, l'organo in questione, innervato dall'VIII, si riduce solo ai canali semicircolari. I quali non sono tutti nello stesso numero nei pesci: nella *Myxine* c'è un'otociste con un canale ripiegato, del quale una metà è quasi sagittale ed una metà quasi trasversale, nella *Lampreda* vi sono due canali isolati, aventi una parte comune e il rudimento di un terzo canale orizzontale.

Per questi pesci, relativamente inferiori, sembra che la decomposizione di tutti i movimenti del segmento cefalico in coordinate basti. Ma tutti gli altri pesci inferiori e tutti gli altri vertebrati hanno tre canali: uno sagittale, uno trasversale, uno orizzontale (fig. 2).

Quando noi, dunque, nei pesci andiamo a fare una lesione, a tagliare come nel nostro caso, il Nervo VIII, è lo stesso che noi andassimo a fare la distruzione del labirinto corrispondente.

Tagliando il Nervo, sequestriamo il labirinto che, quantunque intatto, non è più al caso di ricevere le percezioni, che vengono traverso il Nervo VIII: sia nel caso del taglio, quindi, di questo nervo, come anche distruggendo il labirinto, si viene ad abolire completamente la loro funzione.

Da queste esperienze risulta manifesto, a conferma anche di quanto si vede in altri vertebrati, che i canali semicircolari, con gli ordegni sensitivi che si trovano nelle loro ampole, servono alla percezione

della direzione dei moti compensatori degli occhi (nei pesci non si può parlare di capo vero e proprio, perchè questo è unito assolutamente immobile col tronco) ed indirettamente di tutto il corpo.

Sono i veri e propri organi di orientazione nel movimento.

Come appare chiaramente dai nostri risultati, si hanno i movimenti degli occhi e dell'intero corpo, anche in quei pesci che sono privi assolutamente di labirinto.

All'inizio di un movimento qualunque, di una rotazione, l'animale sente lo spostamento dell'immagine retinica (ogni visione stereoscopia deve essere sicuramente andata annullata) e cerca con tutti i mezzi motori di impedire, di soprassedere a che questo spostamento non si verifichi, mentre si sforza, facendo specialmente continui movimenti rotatori degli occhi, di fissare bene quello che vede.

Quei palesi movimenti del corpo verso la direzione dei moti rotatori degli occhi, sono di natura nettamente riflessi e dipendono probabilmente da uno stimolo della retina, che à luogo per il rapido spostamento delle immagini retiniche, ovvero anche per sensazioni dei muscoli oculari ed anche dell'intero corpo.

Appena l'animale si muove, viene ad essere stimolato quel labirinto che è rimasto intatto, e porta quindi ad una contrazione dei muscoli della parte opposta del corpo. E gli occhi, non potendo fare un moto compensatorio in senso inverso, perchè distrutto il labirinto del lato opposto e rotto quindi il contemporaneo movimento coordinato di ambedue gli occhi, seguono passivamente i movimenti di tutto il corpo.

Fatti analoghi sono stati riscontrati nei colombi da Ewald e Jensen.

Ogni punto della retina, ogni elemento (coni e bastoncelli) emette delle fibre centripete che di centro in centro raggiungono i nuclei bulbo-midollari e le varie regioni cerebrali. Ogni punto della retina quindi, secondo la sua posizione, avrà la sua immagine centrale in un punto sensoriale del sistema nervoso cerebrale.

Ma la retina essendo mobile e, potendo assumere un gran numero di direzioni nell'orbita, il campo visivo non conoscendo da parte sua che la distribuzione retinica, si concepisce come per l'orientazione

obiettiva occorre (come ad es. per l'orientazione tattile) la nozione della posizione del segmento oculare, in un dato momento, nell'orbita. I centri visivi, ai quali corrisponde l'immagine retinica, non si orientano che nel campo visivo retinico; questo a sua volta deve essere orientato e l'animale deve conoscere la sua posizione in ogni momento nell'orbita per dedurne la localizzazione, l'orientazione obiettiva dell'oggetto visto. Lo stesso si ha nella orientazione tattile dove, perchè una sensazione abbia luogo nel modo più perfetto, occorre, oltre che si faccia il contatto, sapere in quale punto si trova ed è situata nello spazio la parte che tocca, perchè l'animale orienti obiettivamente l'oggetto toccato. Così, nella orientazione visiva, occorre la percezione, in quale punto del campo retinico si faccia l'immagine e d'altra parte conoscere in quale punto dello spazio, in quale direzione, è attualmente situato il campo retinico, perchè possa essere orientato obiettivamente l'oggetto veduto.

Ed inoltre per la vista occorre conoscere la posizione della testa (e nei pesci specialmente di tutto il corpo, essendo la testa saldata al tronco in questi animali, come ho sopra accennato), perchè porta i segmenti oculari, per avere l'orientazione obiettiva di ciò che vede.

Dunque il senso della situazione dei vari segmenti (globo oculare nell'orbita e segmento cefalico e rispettivamente corporeo) è dunque, come anche per la orientazione tattile, indispensabile all'orientazione obiettiva, perchè è questo senso che fornisce la nozione della orientazione del campo sensoriale visivo.

In questa maniera si spiegano facilmente anche i fenomeni di deficienza che presenta l'animale: i movimenti del corpo portano con se dei movimenti nell'endolinfa dei vari (a seconda del momento che viene eseguito) canali, in una direzione però, che è in direzione contraria a quella del movimento dell'intero corpo del pesce.

Il corpo e gli occhi si muovono ugualmente, ma però, anche coll'aiuto della metà normale, che non può sopperire alla mancanza dell'altra, l'animale non può rimanere in equilibrio e non vi ritorna molto facilmente.

Da qui la causa di quei movimenti anormali e continui, sia degli occhi come anche dell'intero corpo.

Un fatto osservato sempre costantemente è stato che tutti i muscoli della metà del corpo, sottratta all'influenza labirintica, erano atonici. Questa atonia si può spiegare, secondo Ewald, perchè avendo il labirinto la funzione di mantenere i muscoli sempre in un determinato tono, appena venga levato, naturalmente, sia la contrazione dei muscoli come la precisione nel movimento, vengono indubbiamente a soffrire.

Secondo Jensen invece, l'animale senza labirinto eseguirebbe i movimenti senza quei molteplici e fini controlli nervosi, che tengono i muscoli in continuo stato di contrazione tonica. Come abbiamo bene visto, i muscoli, che maggiormente vengono a risentire la mancanza del labirinto, sono i muscoli oculari. Come ben si sa, da Flourens (1824) a Foster e Marikóvsky (qui si trova la letteratura su questo argomento) sono stati notati da molti autori gli stretti rapporti che passano fra labirinto e muscoli oculari. E Flourens è stato il primo a riconoscere e a stabilire bene la parte che ha il labirinto nella coordinazione dei movimenti della testa (esegui le sue esperienze sui colombi) e del corpo nella equilibratura.

Quindi la maggiore influenza della mancanza del labirinto la risentono i muscoli del corpo (regione omolaterale alla lesione specialmente) e quindi i muscoli delle pinne (specialmente quelli delle grandi pinne pettorali in Trigla).

È fuori dubbio ormai, che bisogna ammettere anche una orientazione tattile (dipendente dalla sensibilità tattile superficiale segmentaria (pelle) e profonda (muscoli specialmente: sensibilità muscolare) ma anche delle articolazioni (perioste, ossea).

Ognuna di queste parti ha i suoi plessi nervosi centripeti propri e particolari, i quali poi vanno a finire nel sistema nervoso centrale, ognuno in elementi cellulari propri.

Naturalmente, quando vengano a mancare anche i canali semicirculari di un lato, una orientazione tattile riesce assolutamente impossibile e da qui si avranno anche quelle posizioni e quei movimenti anormali, che sono stati da noi molto minutamente analizzati.

Occorre qui rammentare che, perchè un atto motorio sia compiuto nel miglior modo possibile, deve avere una coordinazione. Il

minimo movimento difatti è il risultato di una coordinazione muscolare fra i fasci contrattili che vi prendono parte e il senso dello spazio. È grandissima quindi l'influenza che spiega la orientazione subiettiva in tutti gli atti della sfera motoria, perchè questi siano appropriati a quel dato scopo e per quella determinata destinazione, affinchè si susseguano nel miglior modo possibile.

Vi sono però altri tre gruppi di fatti da me osservati in questi Trigla, operati di taglio omolaterale del Nervo VIII, questi fenomeni di deficienza osservati si debbono ascrivere, secondo i vari autori, ai sacchetti otolitici del vestibolo.

A somiglianza delle vescichette otolitiche degli invertebrati, i canali semicircolari sono i veri organi dell'equilibrio, i propri specifici organi statici ed orientano quindi il corpo rispetto alla sua posizione nella direzione della forza di gravità.

In tutte le attitudini di equilibrio, il senso ampollare, l'apparecchio labirintico spiegano una parte molto importante. Indubbiamente lo stimolo specifico dei labirinti è la forza di gravità. Variazioni che vengano apportate in un organismo, variando la posizione degli organi di senso, sono sempre costantemente accompagnate da sospensione nei movimenti, nel senso difatti di una disorientazione biologica.

Le influenze della gravità sopra le varie parti del corpo producono stimoli di pressione, di contatto, di strisciamento sopra la regione sottocutanea del corpo, stimoli molto complessi e molteplici.

L'embriologia ci insegna l'origine mesodermica sia dei concrementi calcarei delle statocisti, sia delle parti sottocutanee (muscoli, articolazioni, fasce, ecc.) del corpo. Gli organi otolitici di animali situati molto in basso nella scala zoologica sono appendici corporee come le estremità e solamente sono costituite in modo, che hanno unito un apparecchio sensoriale per la gravità, abbastanza sviluppato. Quindi variazioni della posizione di equilibrio delle varie parti del corpo portano a stimoli di contatto, originati appunto dalla gravità e che hanno azione specialmente nelle parti delle regioni sottocutanee.

Questi stimoli, di natura molto fina e complessa, producono nell'organismo vivente dei fenomeni motori, i quali servono appunto al mantenimento di una determinata posizione di equilibrio. Ed anche



qui ci imbattiamo, riscontriamo dei fenomeni di orientazione che possono essere riconosciuti come veri e propri riflessi della posizione nello spazio.

Così, anche per l'influenza che il senso della gravità esplica sulla superficie tattile cutanea, si hanno delle posizioni di orientazione, che debbono riguardarsi come veri e propri fatti di orientazione.

Naturalmente nei pesci, da quanto noi sopra abbiamo detto, l'influenza del sistema sensoriale ottico e statico è, senza dubbio, quella che maggiormente predomina.

È infine poi il cervello, quello che modifica e regola la funzione dei vari organi di senso, in modo che compia ognuno di questi un ufficio tale che si possano avverare nel miglior modo possibile i vari fatti biologici di orientazione. La gravità è uno stimolo costante, il quale influenza intimamente l'intero corpo. E sono il senso tattile, la sensibilità sottocutanea e profonda, gli stimoli che partono dagli organi e finalmente un organo di senso specifico (*Sacculus* e *vestibulus*) che prendono parte alla percezione di questo stimolo.

I canali semicircolari orientano il corpo sopra le varie modalità della locomozione: inizio, arresto, acceleramento, diminuzione.

E ciò dipende dal fatto che, portata una lesione, anche solo omolateralmente, sui canali semicircolari, l'animale non è più al caso di fare una localizzazione esatta degli oggetti che lo circondano.

Un solo occhio orienta, ma non è al caso contemporaneamente anche di localizzare: si perde insomma la percezione stereoscopica che è appunto tanto necessaria in queste varie modalità della locomozione, alle quali ho sopra accennato.

Caratteristici erano anche i movimenti che facevano i Trigla (tenuti prima della operazione per qualche giorno digiuni), quando cercavano di prendere degli alimenti (pezzi di sardine) messi nel fondo del bacino.

Allora, come nel caso delle variazioni nel movimento, aumentava di molto il disordine nella locomozione e mai il Trigla riusciva a prendere il cibo, si hanno dei continui movimenti oscillatori attorno a questo, ma una presa dell'alimento non si ha assolutamente.

Probabilmente i canali semicircolari sono anche organi per la percezione degli scuotimenti, tremolii, vibrazioni. Per quanto riguarda

questa funzione la dividono cogli organi della linea laterale e ciò è cosa molto probabile, pensando che tutto il labirinto auditivo non è altro che, come abbiamo già visto, un organo laterale molto sviluppato e specializzato.

Indubbiamente, dopo la lesione dei canali semicircolari, molta parte, non solo della sensibilità tattile, alla quale sopra abbiamo accennato, ma anche di quella data dalla linea laterale va, se non perduta, indubbiamente ad essere molto alterata. L'animale non ha più la nozione di rilievo che gli vanno dalle sensazioni della linea laterale (percezione stereognostica) e contemporaneamente perde anche la percezione netta stereoacustica. Difatti questi Trigla, come appare bene dai risultati delle nostre esperienze, battono facilmente contro tutti gli ostacoli che vi sono nel bacino (ciò dipende non solo da alterato senso visivo, ma anche da alterato senso tattile e rispettivamente della linea laterale).

Ed è stato visto, che basta anche battere sul bacino, produrre quindi un rumore, perchè il Trigla così operato compia subito quei movimenti così caratteristici, che sono stati da noi molto minutamente analizzati.

Negli animali inferiori senza organi auditivi specifici, si deve presupporre ed ammettere che la percezione di questi movimenti bruschi, di questi urti, molto probabilmente viene eseguita per mezzo del senso tattile. Difatti Graber ammette come cosa molto probabile che „ein Tasten ist, was uns den Eindruck des Hörens macht“. Ne consegue quindi che la orientazione di un organismo è la risultante della funzione di vari organo di senso (ottico, acustico, tattile [rispettivamente anche della linea laterale], statico ecc.), che servono appunto alla netta percezione dello spazio.

Non è stato compito di questo mio lavoro del vedere, come i canali semicircolari compiano questa funzione dell'orientamento e, su questo punto, rimando ai lavori di Breuer (1873) di Delage e di Mach. In questi lavori appunto si determinano bene (ancora in parte allo stato di teoria) le varie funzioni che hanno le varie che costituiscono l'organo labirintico (Endolinfa, Cristae Acusticae, Otocisti), mentre l'animale è in riposo, o in una funzione motoria qualunque.

Da queste esperienze si può trarre però una conclusione generale, che il labirinto (vestibolo e canali semicircolari) hanno una influenza fondamentale nei fenomeni di coordinazione e di equilibrio.

Le impressioni vestibolari non sono le sole che siano suscettibili di provocare dei movimenti coordinati e certi movimenti degli occhi e del corpo sono pienamente associati a delle impressioni acustiche (in senso lato) e ad impressioni che partono sicuramente dalla linea lateralis nei pesci.

---

## Bibliografia.

---

1. Ariëns Kappers, C. U., Entwicklung der VIII- und Lateralisbahnen mit Berücksichtigung neuester Ergebnisse. Zentralblatt für Physiologie 1909. Bd. 23, S. 545.
2. Baglioni, S., Zur Kenntnis der Leistungen einiger Sinnesorgane (Gesichtssinn, Tastsinn und Geruchssinn) und des Zentralnervensystems der Zephالopoden und Fische. Zeitschrift für Biologie. Bd. 53, S. 277.
3. Baudelot, E., Recherches sur le système nerveux des poissons. Paris, Masson, 1883.
4. Beer, Th., Vergleichend-physiologische Studien zur Statocystenfunktion. I 1898, II 1899. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie. Bd. 73 und 74, S. 364.
5. Bernoulli, A. L., Zur Frage des Hörvermögens der Fische. Pflügers Archiv für Physiologie 1910. Bd. 134, S. 633.
6. Bethe, A., Die Lokomotion der Haifische (Scyllium) und ihre Beziehungen zu den einzelnen Gehirnteilen und zum Labyrinth. Pflügers Archiv für Physiologie 1899. Bd. LXXVI, S. 470.
7. —, Über die Erhaltung des Gleichgewichts. Biologisches Zentralblatt 1894. Bd. XIV.
8. Bonnier, P., L'oreille. 5 volumes (sans date). Masson & Cie., Paris.
9. —, L'orientation, in: Collection Scientia Nr. 9. Avril 1900. Paris C. Naud.
10. Breuer, J. S., Ueber die Funktion der Bogengänge des Ohrlabyrinths. Med. Jahrbücher 1874.
11. —, Beiträge zur Lehre vom statischen Sinne. Ebenda 1875.
12. —, Über die Funktion des Otolithenapparates. Pflügers Archiv für Physiologie 1890. Bd. 46.
13. —, Über Bogengänge und Raumsinn. Ebenda. Bd. 68, S. 596.
14. Breuer u. Kreidl, A., Über scheinbare Drehung des Gesichtsfeldes während der Einwirkung einer Centrifugalkraft. Ebenda. Bd. 70.
15. Crum-Brown, On the sense of rotation and the anatomy and physiology of the semicircular Canals of the internal ear. Proc. Roy. Soc. Edinburgh 1874, Vol. 8, and Journal of Physiology 1874, Vol. 8.
16. von Cyon, E., Gesammelte physiologische Arbeiten. Berlin 1888.
17. —, Recherches sur les canaux semicirculaires. Thèse inaugur. Paris 1878.
18. —, Bogengänge und Raumsinn. Experimentelle und kritische Untersuchung. Archiv für Anatomie und Physiologie (physiolog. Abt.) 1897. S. 1—2 u. 29—111.

19. von Cyon, E., Die Funktionen des Ohrlabyrinthes. Pflügers Archiv für Physiologie. Bd. 71, S. 72.
20. —, Ohrlabyrinth, Raumsinn und Orientierung. Ebenda. 1900, Bd. 78. 1901 Bd. 81.
21. Ducceschi V., Gli animali acquatici possiedono il senso dell'udito? Rivista d'Italia Vol. VI. Dicembre 1903. Fasc. VII. Estratto, pag. 1—11.
22. Efinger, L., Hören die Fische und anderen niederen Vertebraten? Zentralblatt für Physiologie, 4. April 1908. S. 1.
23. Ewald, Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus Octavus. Wiesbaden 1892.
24. Flourens, P., Recherches expérimentelles sur les propriétés du système nerveux. Paris 1842.
25. Förster, O., Die Mitbewegungen bei Gesunden, Nerven- und Geisteskranken. Fischer, Jena 1903.
26. Gaglio, G., Esperienze sulla anestesia dei canali semicircolari. Archivio per le Scienze mediche. Vol. XXIII.
27. —, Esperienze sull' anestesia del labirinto dell'orecchio nei pesci cani (*Scyllium catulus*). Atti Accad. Lincei. Classe Sc. Fisiche. Vol. 11. II. 1902, pag. 277.
28. Goltz, Über die physiologische Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths. Pflügers Archiv für Physiologie 1870. Bd. 3.
29. Graber V., Die chordonotalen Organe. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XX, pag. 506.
30. Hofer, B., Studien über die Hautsinnesorgane der Fische. I. Teil. Die Funktion der Seitenorgane bei den Fischen. Berichte aus der Kgl. Bayer. Biologischen Versuchsstation in München 1907. Bd. I.
31. Johnston, J. B., The nervous System of Vertebrates. Philadelphia 1906.
32. Körner, O., Können die Fische hören? Beiträge zur Ohrenheilkunde. Festschrift f. A. Lucae. 1905.
33. Kreidl, A., Weitere Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinthes. I. Versuche an Fischen. Ber. Akad. d. Wissensch. Wien, November 1892. Bd. CI. Abt. III.
34. —, Ein weiterer Versuch über das angebliche Hören eines Glockenzeichens durch die Fische. Pflügers Archiv für Physiologie 1896. Bd. 63, S. 581.
35. Ino Kubo, Gehörapparat und Augenbewegungen. XI. Congrès internationale de médecine. Section XII. Laryngologie. Lisbonne 1906.
36. —, Appareils auditifs et mouvements oculaires. Annales des maladies de l'oreille, larynge, nez et pharynx. T. 32, Nr. 9. 1906.
37. —, Über die vom N. VIII ausgelösten Augenbewegungen I. Pflügers Archiv f. Physiol. Bd. 114, S. 144.
38. —, Über die vom N. VIII ausgelösten Augenbewegungen II. Pflügers Archiv f. Physiol. Bd. 115, S. 457.
39. Lang, A., Ob die Wassertiere hören? Separatabdruck aus den Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Winterthur. Vol. IV. 1903. S. 1—55.
40. Lee, F. S., Über den Gleichgewichtssinn. Zentralblatt f. Physiologie. Nr. 17. 1892.
41. —, The functions of the ear and the lateral lines in fishes. Amer. Journ. of Physiol. Vol. I. 1898.

42. Lee, Fr. S., A study on the sense of equilibrium in Fishes. *Journal of Physiology*. Vol. 15, 1893. Vol. 17, 1894.
43. Loeb, J., *Fisiologia comparata del cervello e psicologia comparata*. Traduzione italiana. Palermo 1907.
44. Longuet, F. A., *Traité de physiologie*. 3<sup>me</sup> Edition. Paris, Bailliére. 1873.
45. Mach, E., *Physikalische Versuche über den Gleichgewichtssinn d. Menschen*. SB. Akad. Wiss. Wien. Bd. 68, 1873. Bd. 69, 1874.
46. —, *Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen*. Leipzig 1875.
47. —, *Die Analyse der Empfindungen*. III. Aufl. Jena 1902.
48. Marikovsky, G. V., *Über den Zusammenhang zwischen der Muskulatur und dem Labyrinth*. Pflügers Archiv f. Physiologie. Bd. 98. 1903. S. 284 bis 298.
49. Meyer, M., *Ergebnisse der Versuche betreffend den Gehörsinn der Fische*. Congrès de Psychologie. Genève 1910.
50. Mullenix, R. C., *The peripheral terminations of Eight Cranial Nerve in Vertebrates, especially in Fishes*. Bull. of Museum of Comparative Zoölogy. Vol. 53. (Nr. 4.) 213—250. 6 pls. Nov. 1909.
51. Parker, G. H., *The sense of Hearing in Fishes*. *Americ. Naturalist* Vol. 37.
52. —, *Hearing and allied senses in Fishes*. U. S. Fish. Commission Bulletin, pag. 45. 1902.
53. Piper, H., *Aktionsströme vom Labyrinth der Fische bei Schallreizung*. Archiv f. Anatomie u. Physiologie (physiolog. Abteilung). Suppl.-Band, S. 1—13. 1910. (1911.)
54. Polimanti, O., *Contributi alla fisiologia del sistema nervoso centrale e del movimento dei pesci I. Selacoidei*. Zoologische Jahrbücher. Abt. f. allg. Zoologie u. Physiologie der Tiere. Bd. XXX. Heft 4, 473—716, con. 6 Tav.
56. —, *Activité et repos chez les animaux marins*. Bulletin de l'Institut général psychologique. Section de Psychologie zoologique. Nr. 2. 1911. II Année Séance du 22. Mai 1911, pag. 1—43.
57. von Stein, S., *Die Lehren von den Funktionen der einzelnen Teile des Ohr-labyrinths*. Aus dem Russischen übersetzt von C. v. Krzwický. Jena 1894. Fischer.
58. Steiner, J., *Die Funktionen des Zentralnervensystems und ihre Phylogenese*. Braunschweig. II. Abt. Die Fische. 1888. IV. Abt. Reptilien, Rückenmarksreflexe, Vermischtes. 1900.
59. Thomas, *Le cervelet. Étude anatomique clinique et physiologique*. 1897.
60. Zenneck, *Reagieren die Fische auf Töne?* Pflügers Archiv f. Physiologie. Bd. 95. S. 346. 1903.

(Istituto di anatomia normale della R. Università di Napoli

Diretta dal Prof. G. Antonelli.)

Sezione Microscopia (Prof. G. Vastarini-Cresi).

---

## **Le Fibre elastiche nelle capsule articolari.**

Nota del

**Dott. G. Marsiglia.**

---

(Con Tav. XVIII.)

### **Le Fibre elastiche nelle capsule articolari.**

Dai diversi autori che si sono occupati dell' Istologia e dello sviluppo delle capsule articolari è fatto solo qualche breve accenno alle fibre elastiche in esse contenute, e per quanto io abbia consultato la letteratura italiana e straniera degli ultimi trent'anni, nessun lavoro speciale ho trovato in proposito.

Il Kolliker [6], è l'autore il quale più si ferma sulla descrizione della capsula articolare; nel suo „Handbuch der Gewebelehre des Menschen“, dopo aver considerato come parte costante e importante della capsula la sinoviale, distingue in questa due zone: una interna con fibre connettivali e sottili fibre elastiche, parallele tra loro ed una esterna di fasci connettivali che s'intrecciano con una sottile rete elastica.

Lo Stöhr [12], che è presso a poco della medesima opinione, accenna alla presenza di fibre elastiche nello strato esterno della sinoviale.

Lo Henle [4], il Duval [3], il Testut [14], descrivendo la struttura delle capsule articolari, fanno anch'essi un semplice accenno alle fibre elastiche esistenti nella sinoviale e nei suoi prolungamenti.

Il Fick [8], nella sua importantissima opera sulla meccanica articolare, accenna anche di sfuggita alla presenza di elementi elastici nelle capsule articolari,.

Finalmente il Lubosch [9], nella sua magistrale monografia sulla struttura e sulla origine delle articolazioni nei vertebrati, si occupa qua e là incidentalmente degli elementi elastici.

Con queste mie ricerche io non ho preteso di colmare una siffatta lacuna, ma di contribuire, nel limite delle mie forze, alla conoscenza dello sviluppo delle fibre elastiche nelle capsule articolari dell'uomo e più precisamente di stabilire l'epoca della comparsa di tali elementi, nonchè la loro distribuzione nella fibrosa e nella sinoviale, tenendo presente quanto si osserva nell'adulto.

Mi sono a tal uopo servito di una serie numerosa di embrioni e di feti umani, dal principio del terzo mese fino al nono<sup>1)</sup>.

Riassumo brevemente la tecnica da me seguita: per facilità d'isolamento e di ricerca e per avere dati costanti di confronto ho scelto tra le varie articolazioni, la falango-falanginea dell'indice. Tale articolazione fu da me isolatamente studiata nei feti degli ultimi mesi, nei quali già la mano ha assunto un notevole volume; ma negli embrioni e nei feti più giovani, fino al quinto mese ho sezionato le mani in toto, avendo così l'opportunità di studiare contemporaneamente anche tutte le altre numerose articolazioni della mano. Come liquido fissatore ho usato la miscela del Bouin (soluzione satura di acido picrico, formalina, acido acetico) alla quale, per le dita a calcificazione inoltrata, ho fatto seguire la decalcificazione col liquido nitro-picrico (acido picrico, acido nitrico, acqua distillata); indi ho disidratato, chiarificato in xilolo e in olio di cedro (che mi ha dato ottimi risultati per le dita degli ultimi mesi) ed ho incluso in paraffina. Le sezioni dello spessore medio di 10—15  $\mu$  furono eseguite quasi sempre in serie e colorate, oltre che con il liquido del Weigert per le fibre elastiche, col carminio boracico e con l'indaco.

Ecco ora, in succinto, i risultati delle mie ricerche:

1° Nei primi mesi della vita intrauterina fino alla fine del terzo nei

---

<sup>1)</sup> Il materiale mi è stato gentilmente favorito dal Prof. Teodoro D'Evant, Prof. di Organogenia della R. Univ. di Napoli e dal Prof. Giovanni Mancuso, Direttore della Maternità dell'Ospedale Incurabili, che vivamente ringrazio.



preparati colorati col metodo del Weigert anche con forti ingrandimenti non è possibile discernere alcun elemento elastico, la cui comparsa del resto non ancora è avvenuta in altre formazioni (arterie, cute ecc.).

2° Bisogna arrivare al quarto mese per potere osservare fibre elastiche nei grossi vasi, nel periostio, nel pericondrio; ma è solo verso la fine di questo stesso mese che tali elementi cominciano a comparire pure nelle capsule articolari (fig. 1). In questo primo stadio della loro esistenza le fibre elastiche non si colorano elettivamente in violetto scuro col Weigert, ma assumono una tinta bruna; e che siano proprio le fibre elastiche a colorarsi in tal modo è dimostrato dal fatto che nè prima nè dopo di tale epoca si osserva una colorazione simile, la quale d'altra parte, risparmia completamente i fasci connettivali collageni. A un tale comportamento hanno accennato, sebbene di sfuggita, in Italia, il D'Urso [2] e il Taddei [13] nei loro lavori sulle fibre elastiche nelle cicatrici. Anche il Livini [7], nei suoi recenti lavori sull'istogenesi delle fibre elastiche, usando il metodo di Unna Taenzer modificato da lui, dice di avere osservato qualche cosa di simile. La spiegazione del fenomeno va forse ricercata in un'incompleta reazione dei granuli di elastina verso la sostanza colorante, che come è noto, nel liquido del Weigert è la così detta fucselina (Fischer).

3° Raggiunto così il quinto mese gli elementi elastici appaiono nettamente sviluppati (fig. 2). In questo periodo, come dirò in un'altro mio lavoro, si è già avverata nella capsula articolare una netta distinzione tra parte fibrosa e parte sinoviale. Osservando quindi l'articolazione falango-falanginea dell'indice, si possono riconoscere fibre elastiche sia nella sinoviale che nella fibrosa: nella prima sottili e scarse, nella seconda più numerose e di diametro maggiore. Queste fibrille sono dirette in tutti in sensi, ma prevalgono quelle disposte longitudinalmente.

4° Nei mesi successivi (fig. 3) a misura che aumenta l'età del feto le fibre elastiche si fanno più numerose e più distinte in ambo le parti della capsula articolare.

5° Nel feto a termine (fig. 4—5) si rende più chiara questa distribuzione. Nella parte fibrosa le fibre sono di notevole calibro e sono disposte quasi esclusivamente in senso longitudinale, mentre nella sino-

viale esse formano un vero e proprio strato reticolare; le fibre però non sono tutte della stessa dimensione, poichè quelle più vicine alla fibrosa sono di calibro maggiore rispetto a quelle che costeggiano la cavità articolare e che in buon numero si continuano anche nei villi e nelle pliche.

A quest' epoca si fa più chiara una disposizione delle fibre che già era accennata in epoca precedente (fig. 3). In corrispondenza cioè della riflessione della sinoviale vi è un addensamento maggiore di fibre elastiche, che in alcuni punti assumono le apparenze di un vero e proprio fascetto elastico.

6° Ho creduto utile sezionare anche delle capsule articolari di adulto e per fare un certo confronto con le ricerche precedenti, mi sono servito anche dell'articolazione falango-falanginea dell'indice. In un taglio trasversale della capsula (fig. 6) la membrana sinoviale è distinta per mezzo di uno strato di connettivo rado dalla fibrosa, che ha un spessore quasi doppio di quello della sinoviale. In tutte e due le membrane a debole ingrandimento, è chiaramente visibile un ricchissimo apparato di fibre elastiche, che hanno il loro maggiore sviluppo verso i limiti rispettivi delle due membrane. Sia nella fibrosa che nella sinoviale le fibre sono disposte in prevalenza in senso longitudinale, quelle della fibrosa sono più grosse mentre nella sinoviale esse diminuiscono di numero verso la cavità, fino a scomparire del tutto nei villi e nelle pliche articolari.

I risultati delle mie ricerche si possono così riassumere:

Gli elementi elastici compaiono nelle capsule articolari quando già è avvenuta la distinzione fra parte sinoviale e parte fibrosa e per primo si osservano nella fibrosa. La loro comparsa avviene relativamente presto e per le articolazioni della mano si verifica tra la fine del quarto mese e il principio del quinto, quando però già esse sono presenti in altre formazioni (periostio, arterie ecc.).

Nei primi periodi della loro formazione le fibre elastiche non si colorano elettivamente col liquido del Weigert ma assumono una colorazione bruna. Formatesi che siano, esse continuano ad accrescersi sia per numero che per dimensioni, e nel feto a termine, esiste una ricchissima rete elastica nella sinoviale e un fascio nettamente distinto nella

fibrosa. In questa epoca si vede pure che le fibre di maggiore calibro sono quelle della fibrosa, mentre quelle della sinoviale sono in generale più sottili e di calibro differente, poichè le più grosse s'incontrano verso l'esterno e le più esili verso la cavità articolare.

In corrispondenza della riflessione della sinoviale gli elementi elastici si addensano tanto che in alcuni punti assumono le apparenze di un vero e proprio fascetto elastico.

Durante la vita extrauterina non si arresta lo sviluppo degli elementi elastici che diventano più abbondanti verso i limiti rispettivi delle due membrane e pur conservando la differenza di calibro che si nota nel feto, mancano quasi del tutto nei villi e nello strato più interno della sinoviale.

\*                      \*

Ringrazio sentitamente il Prof. Giovanni Antonelli e il Prof. Giovanni Vastarini-Cresi dei consigli e degli aiuti prestatimi durante l'espletamento di questo mio lavoro.

---

## Bibliografia.

1. Bruni, Stato attuale della Dottrina dell'istogenesi delle fibre connettivali ed elastiche. Torino 1909.
2. D'Urso, Le fibre elastiche nel tessuto di cicatrice. Relazione della R. Acc. Red. di Roma 1000.
3. Duval, *Precis d'histologie*. Paris 1900.
4. Henle, *Allgemeine Anatomie* 1841.
5. Hertwig, *Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere*. Jena 1906.
6. Kolliker, *Handbuch der Gewebelehre des Menschen* 1886.
7. Livini, *Genesi dellé fibre collagene ed elastiche*. Firenze 1907.
8. Fick, *Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke*. Jena 1904.
9. Lubosch, *Bau und Entstehung der Wirbeltiergelenke*. Jena 1910.
10. Paladino, *Istituzione di fisiologia*. Morano 1902.
11. Prénant Bouin Maillard, *Traite d'histologie*. T. II. Paris 1911.
12. Stohr, *Lehrbuch der Histologie*. Jena 1910.
13. Taddei, *Le fibre elastiche nei tessuti di cicatrice*.
14. Testut, *Anatomia Umana*.
15. Vastarini-Cresi, *Nozioni elementari di citologia e histologia*. Morano 1910.
16. Tourneux, *Precis d'embryologie humaine*. Paris 1909.

## Spiegazione delle figure.

- 
- Fig. 1. Capsula articolare di embrione umano al 4° mese, Articolazione falango, falanginea dell'indice Indaco, carminio, Weigert, Koristka Oc. 2 Obb. 4.
- Fig. 2. Articolazione falango, falanginea dell'indice di embrione umano al 5° mese, Indaco, carmino, Weigert, Koristka Oc. 6 Obb. 4.
- Fig. 3. Articolazione falango, falanginea dell'indice di embrione umano al 6° mese, Indaco, carminio, Weigert, Koristka Oc. 3 Obb. 4.
- Fig. 4. Articolazione falango, falanginea dell'indice di feto umano a termine, Indaco, carminio Weigert, Koristka Oc. 1 Obb. 2.
- Fig. 5. Una briglia sinoviale dell'articolazione falango falanginea dell'indice di feto umano a termine Indaco, Weigert, Koristka Oc. 6 Obb. 4.
- Fig. 6. Capsula articolare dell'articolazione falango, falanginea dell'indice di adulto, Indaco, carminio, Weigert. Oc. 1 Obb. 4.

A. sinoviale, — B. fibrosa.

---

## Referate.

Von

**Fr. Kopsch.**

**E. Lecher**, *Lehrbuch der Physik für Mediziner und Biologen*. 8<sup>o</sup>. VII und 451 Seiten. 499 Figg. Leipzig und Berlin 1912. B. G. Teubner. Geheftet Mk. 8.—, gebunden Mk. 9.—.

Das Werk ist ein mit Rücksicht auf die besonderen Bedürfnisse der Mediziner und der Biologen verfaßtes Lehrbuch.

Man kann verschiedener Meinung darüber sein, ob es angemessen sei, eine Wissenschaft mit Rücksicht auf eine bestimmte Klasse von Studierenden und Studierten zu bearbeiten. Betrachten wir, abgesehen davon, das vorliegende Buch, so muß hervorgehoben werden, daß es sich durch eine klare, leichtverständliche Darstellungsweise auszeichnet. Es berücksichtigt außer den Grundlehren der Physik ganz besonders diejenigen Erscheinungen, mit denen Mediziner und Biologen besonders zu tun haben.

Es sei nicht nur den Studierenden als leichtfaßliche Darstellung der Physik empfohlen, sondern ganz besonders den älteren Medizinnern, welche sich in systematischer Weise unterrichten wollen über die neueren Errungenschaften der letzten Jahrzehnte.

**Böhm und Oppel**, *Taschenbuch der mikroskopischen Technik*. Kurze Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der Gewebe und Organe der Wirbeltiere und des Menschen, unter Berücksichtigung der embryologischen Technik. VII. durchgesehene und vermehrte Auflage von Albert Oppel. 8<sup>o</sup>. VIII und 365 Seiten. München und Berlin 1912. R. Oldenbourg. Gebunden Mk. 6.—.

Vier Jahre sind seit Erscheinen der sechsten Auflage verfloßen. Die neue Auflage beweist die Lebensfähigkeit dieses praktischen Büchleins, dessen Vorzüge wir stets anerkannt haben. Im Frühjahr 1912 starb einer der beiden Autoren, Dr. A. Böhm, so daß die vorliegende Auflage von Oppel allein besorgt worden ist. Der Umfang ist um ungefähr 30 Seiten gewachsen, wovon allein zehn auf ein neues Kapitel, „experimentelle, entwicklungsmechanische Technik“, kommen. Daß der Umfang des Buches nicht mehr zugenommen hat trotz Anwachsens des Stoffes, kommt daher, daß der Bearbeiter manche älteren, weniger bewährten Methoden weggelassen, anderes kürzer gefaßt hat. Die einleitenden Kapitel sind ganz umgearbeitet und

durch Beigabe von Tabellen, Schemata und Abbildungen verständlicher gemacht worden. Der Gefrier- und Zelloidintechnik sowie der Behandlung des frischen Präparates ist mehr Aufmerksamkeit als früher geschenkt worden.

**Ernst Schwalbe**, *Die Morphologie der Mißbildungen des Menschen und der Tiere*. Ein Lehrbuch für Morphologen, Physiologen, praktische Ärzte und Studierende. Jena 1906—1912. G. Fischer.

I. Teil: Allgemeine Mißbildungslehre (Teratologie). Eine Einführung in das Studium der abnormen Entwicklung. Mit 1 Tafel und 165 Abbildungen im Text. 1906. XVI und 230 Seiten. Mk. 6.—.

II. Teil: Die Doppelbildungen. Mit 2 Tafeln und 394 z. T. farbigen Abbildungen im Text. 1907. XX und 410 Seiten. Mk. 11.—.

III. Teil: Die Einzelmißbildungen. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen. Lieferung I—VIII. 112, 858 und 50 Seiten. Mit 56, 451 und 15 Figg. Mk. 34.70 geheftet.

Eine kurze Anzeige der beiden ersten Bände ist schon im Bd. XXV dieser Zeitschrift enthalten. Seitdem sind acht Lieferungen des dritten Bandes erschienen, welche die Einzelmißbildungen behandeln. *Schwalbe*, welcher die beiden ersten Bände allein bearbeitet hatte, beschränkt sich im dritten Bande auf die Mißbildungen der äußeren Form, an welcher Darstellung zum Teil auch *Kermanuer* beteiligt ist. *v. Hippel* schildert die Mißbildungen des Auges, *Paul Ernst* die Mißbildungen des Nervensystems, *Kermanuer* die Mißbildungen der weiblichen Geschlechtsorgane, *Herxheimer* die Mißbildungen des Herzens und der großen Gefäße, *Peckert* die Mißbildungen des Gebisses, *Marx* die Mißbildungen des Ohres, *Bettmann* die Mißbildungen der Haut, *Dietrich* Entwicklungsstörungen des postfötalen Lebens, *Schneider* die Mißbildungen der Atmungsorgane.

Auf Einzelheiten kann bei der Fülle des Stoffes nicht eingegangen werden. Es sei nur hervorgehoben, daß das Werk ein vollständiges Handbuch ist und das gesamte Tatsachenmaterial enthält. Es ist ein Nachschlagewerk für die Mißbildungslehre, wie es in ähnlicher Ausführlichkeit bisher nicht vorhanden war. Der Herausgeber hat selber die schwierigsten Kapitel bearbeitet, und hat es verstanden, die geeigneten Mitarbeiter zu gemeinsamer Arbeit zu finden. Das Werk sei allen Interessenten bestens empfohlen.

Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

# Gesammelte Werke

von

# Robert Koch.

Unter Mitwirkung

von

**Prof. Dr. G. Gaffky,**  
Geh. Ober-Med.-Rat und Direktor des  
Instituts für Infektionskrankh. in Berlin

**Prof. Dr. E. Pfuhl,**  
General-Ober-Arzt a. D.  
in Berlin

herausgegeben

von

**Prof. Dr. J. Schwalbe,**  
Geh. San.-Rat in Berlin.

Mit 194 Textabbildungen, 45 teils farbigen Tafeln,  
einem Porträt und der Grabstätte im Institut „Robert Koch“.

**Drei Bände. Gr.-Lex.-8<sup>o</sup>.**

**Kartoniert M. 80.—, gebunden M. 88.—.**

Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

---

# Taschenbuch der klinischen Hämatologie

von

Dr. von Domarus,

Assistent an der II. medizinischen Klinik in München.

Mit einer farbigen Doppeltafel und einem Anhang:

Röntgenbehandlung bei Erkrankungen des Blutes und der blut-  
bereitenden Organe von Prof. H. Rieder.

Geb. M. 4.—.

---

# Lehrbuch der Krankheiten des Säuglings

von

Dr. A. Lésage,

Paris.

Übersetzt und mit Anmerkungen versehen von Prof. Dr. Rud. Fischl, Prag.

==== Mit 73 Abbildungen. =====

M. 12.—, geb. M. 13.—.

---

# Grundriss der Biochemie

von

Prof. Dr. C. Oppenheimer,

Berlin.

Geb. M. 9.—.

---

# Chemische Methodik für Ärzte

von

Prof. Dr. C. Oppenheimer,

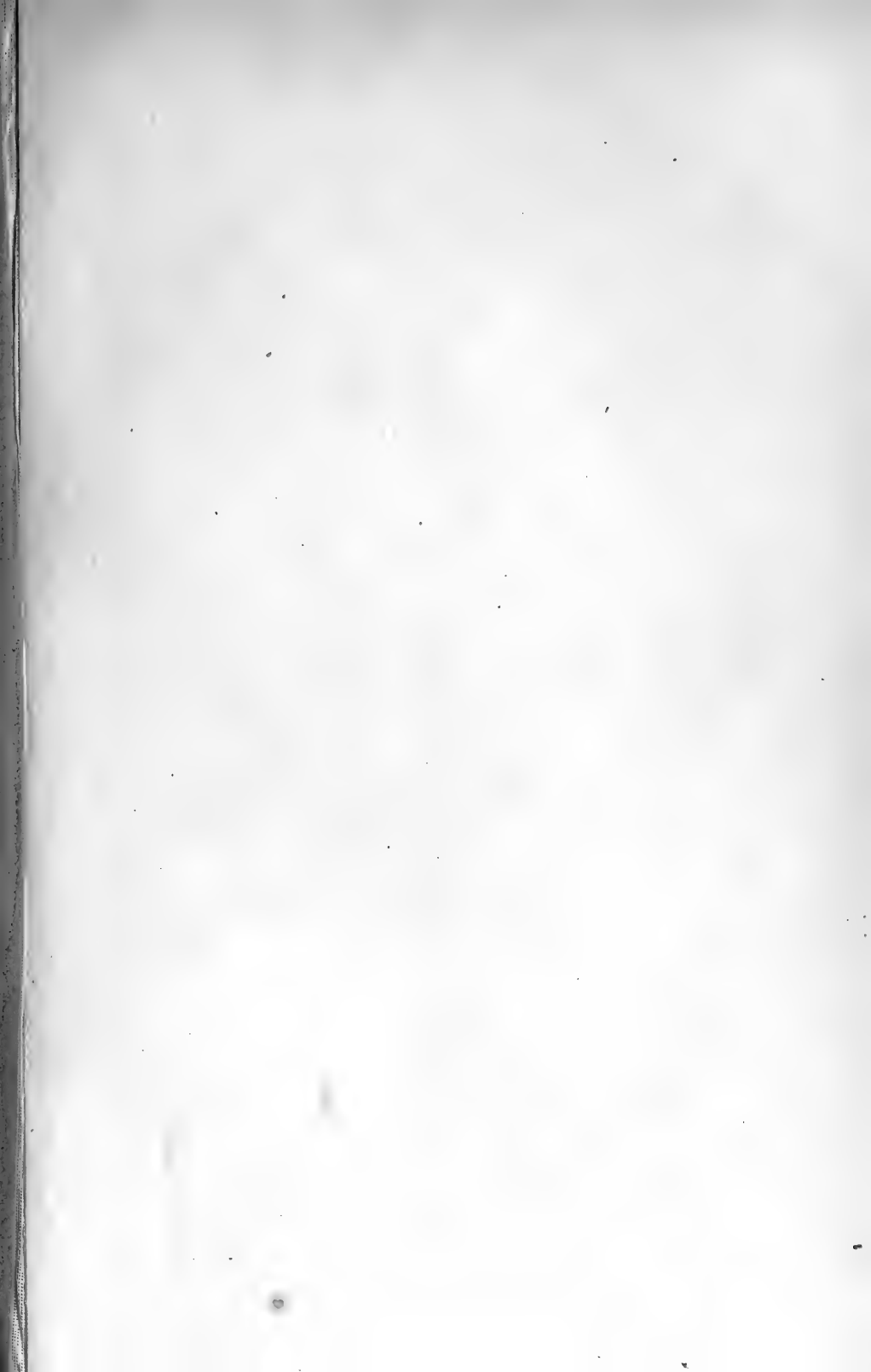
Berlin.

**Zweite Auflage**, bearbeitet von Dr. W. Glikin.

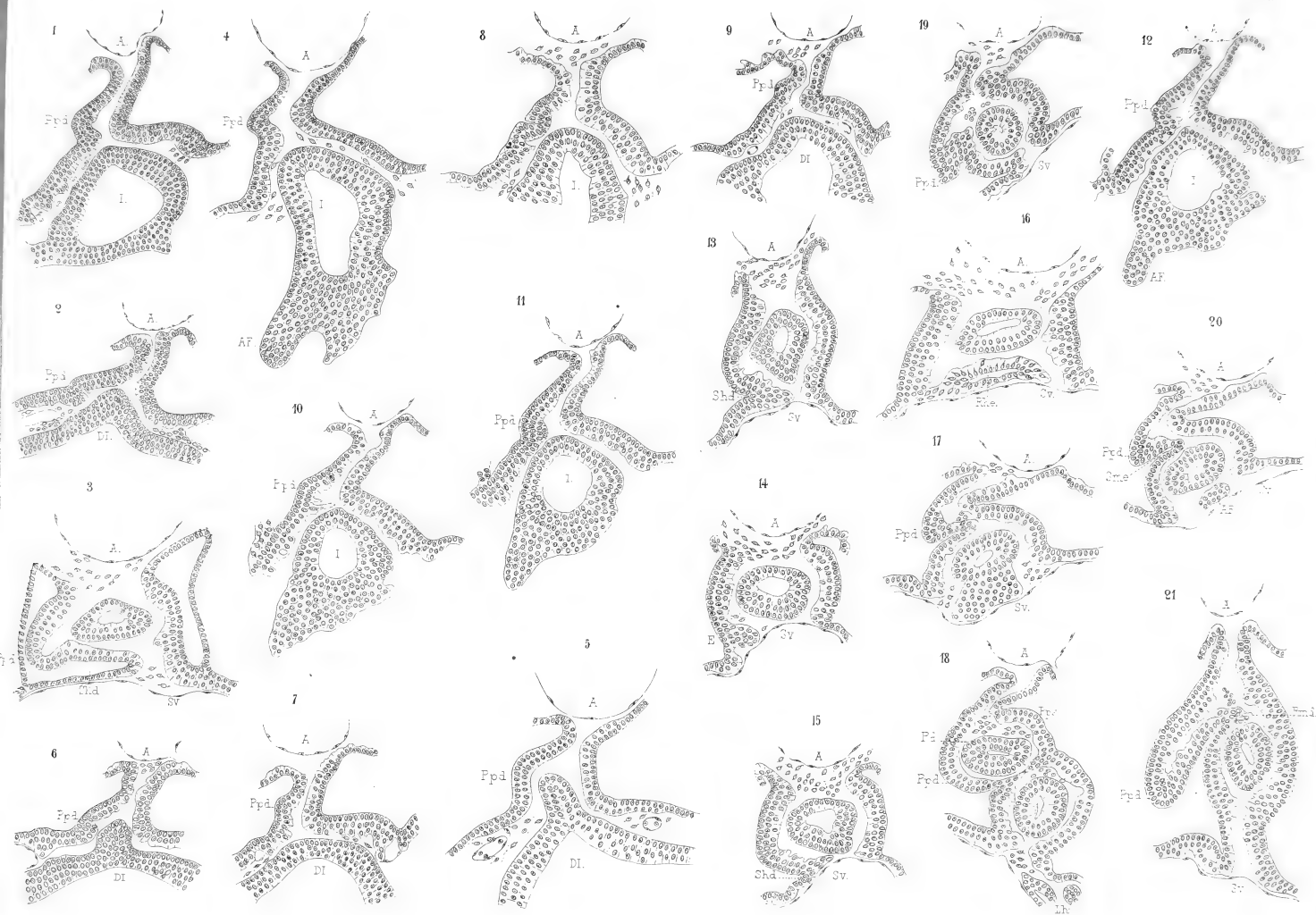
M. 2.40.

---









Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

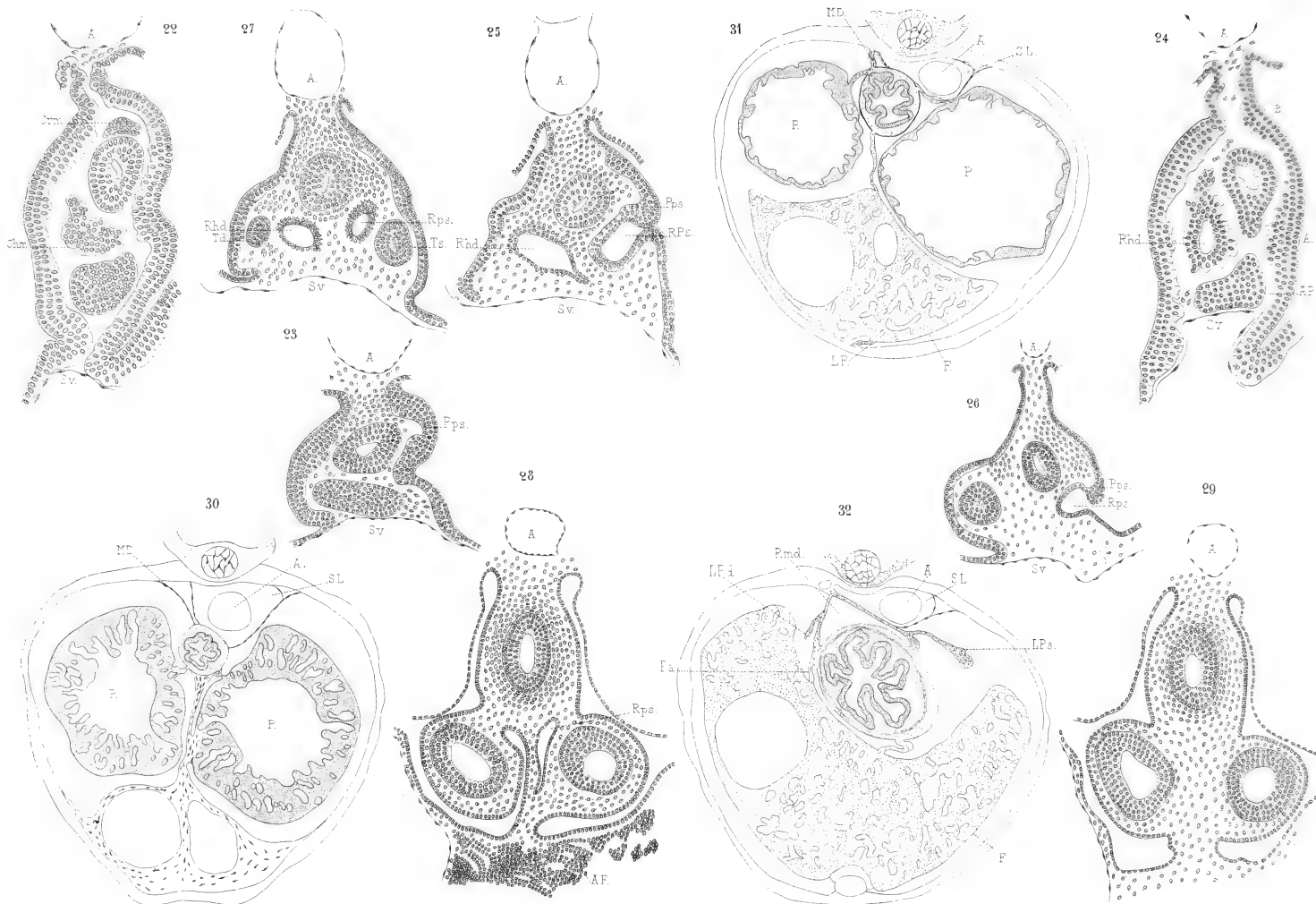
ANDREA MANNU - Sulla formazione dei Recessi mesenteriali e del paramesenterio

Lit. Tacchinardi e Ferrari-Pavia



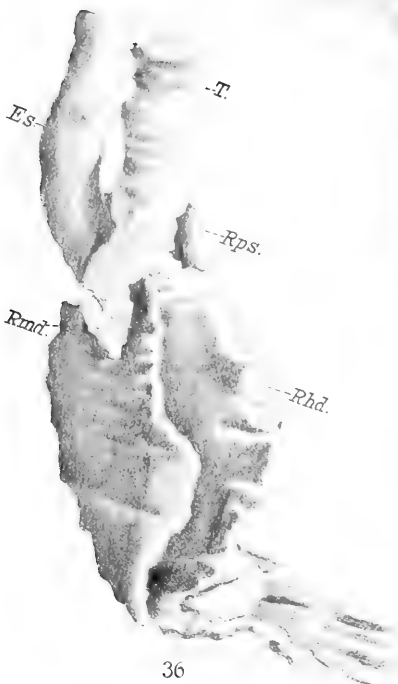
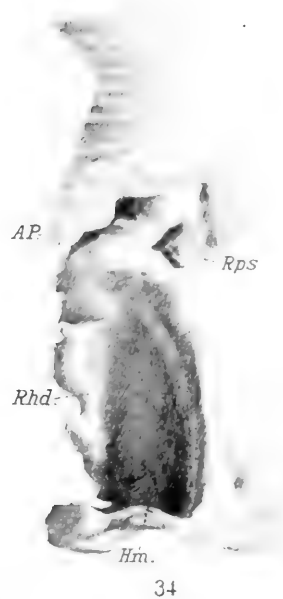
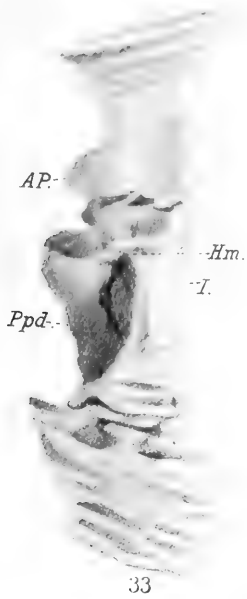








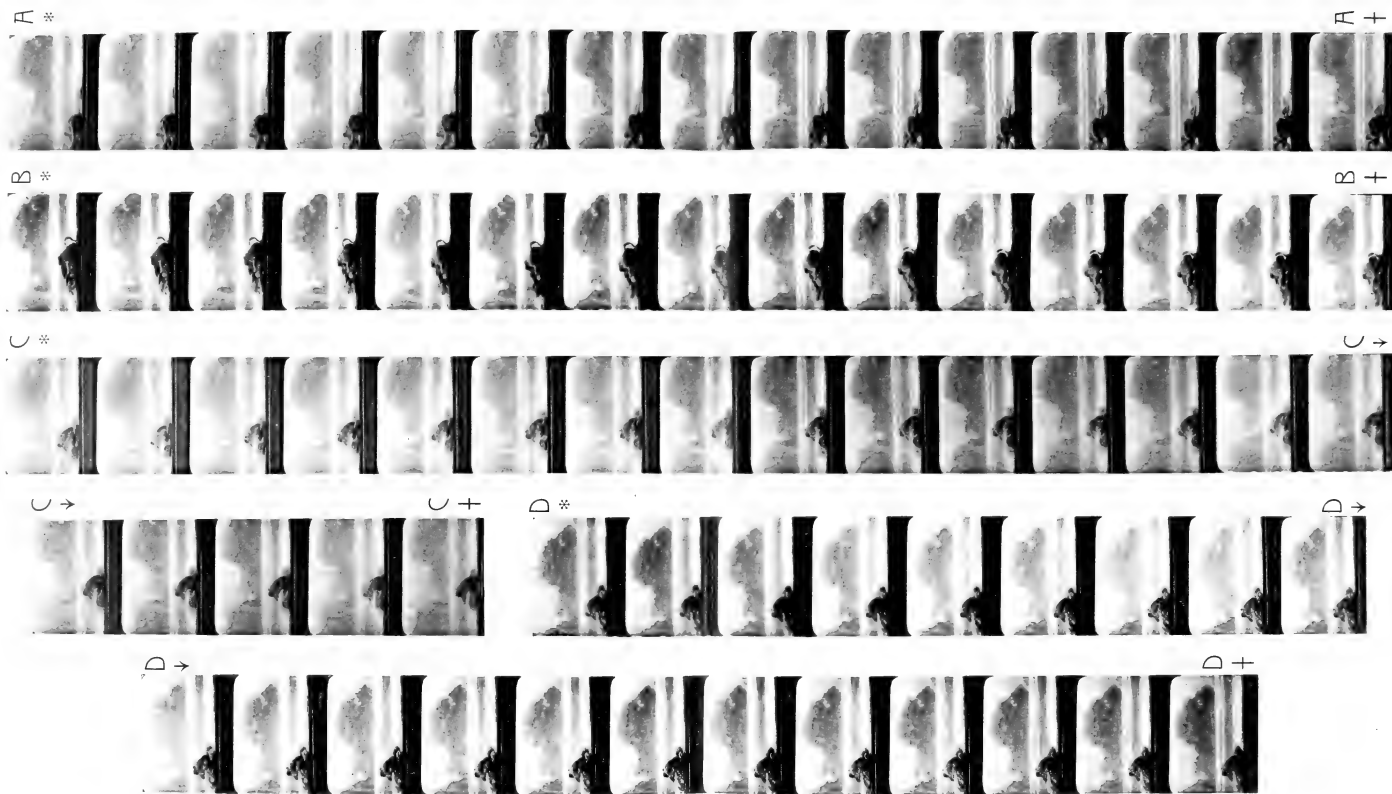


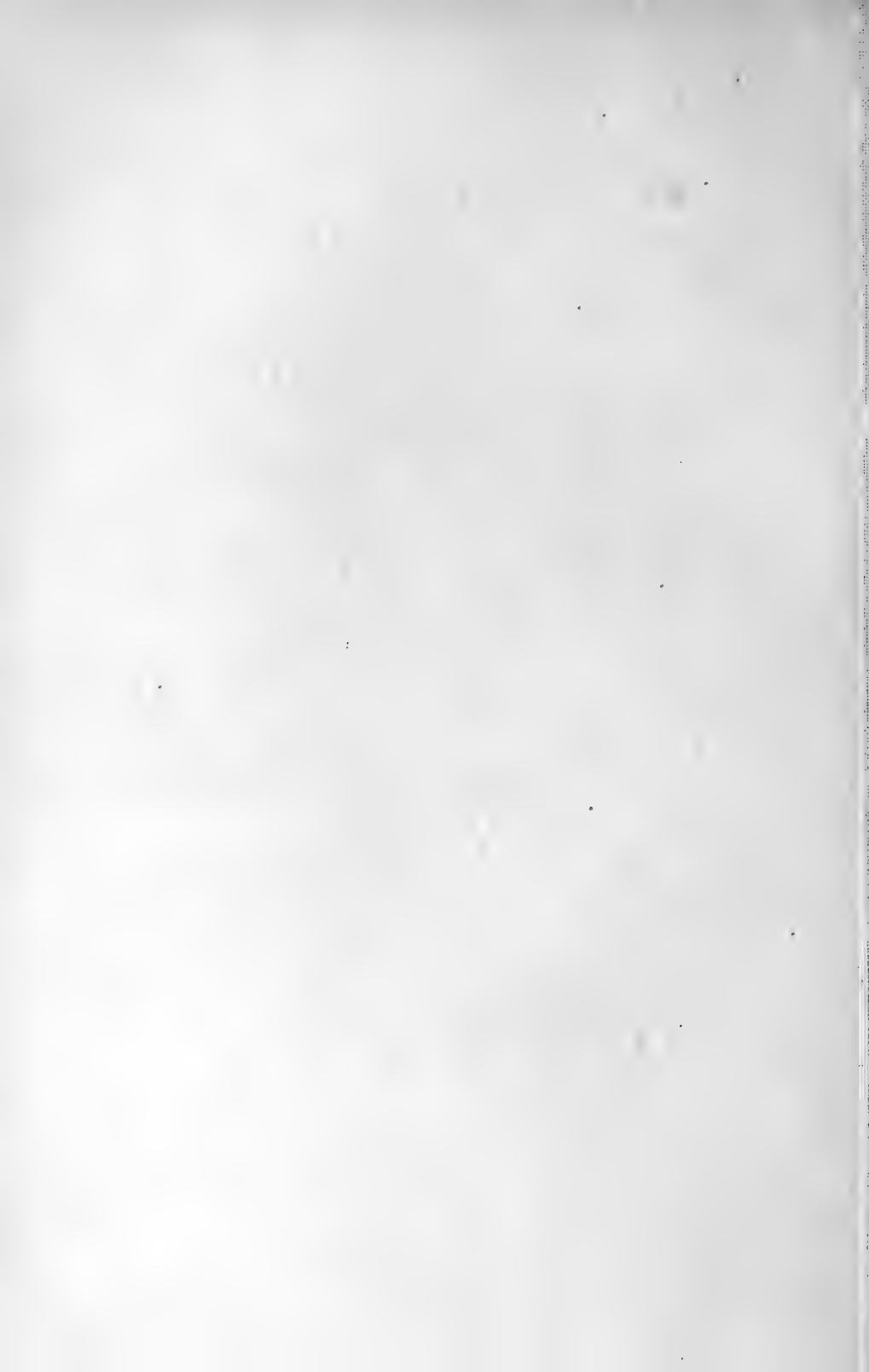










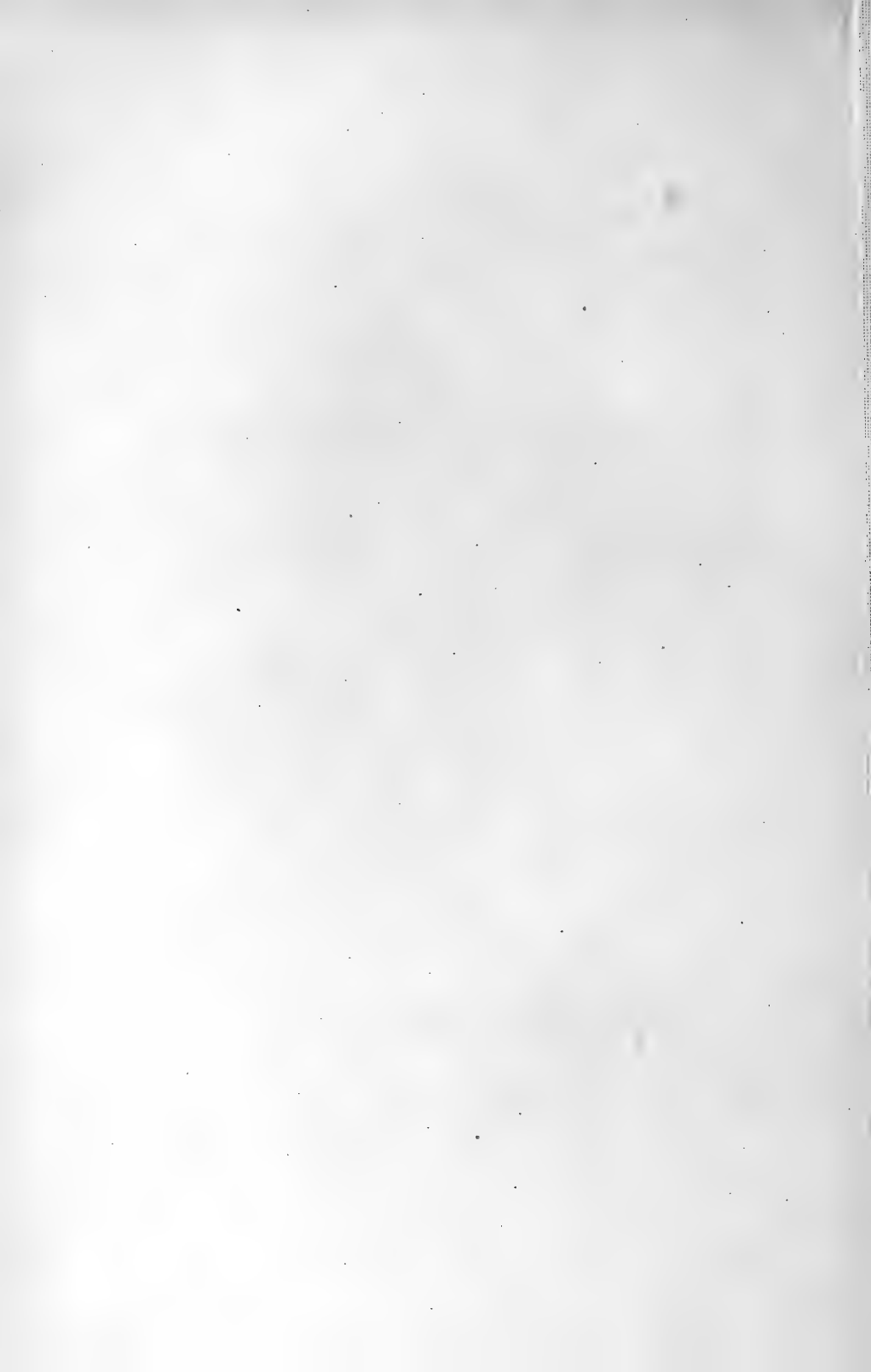






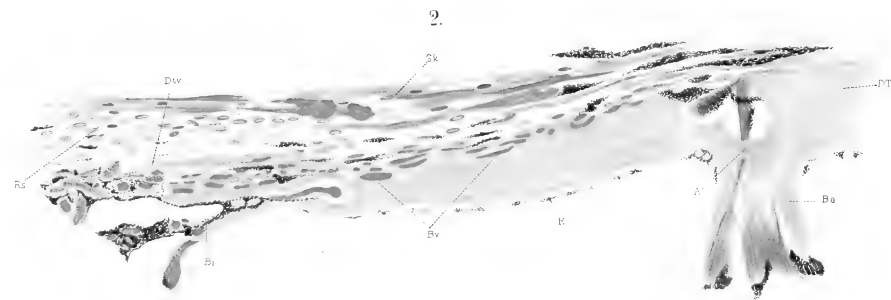
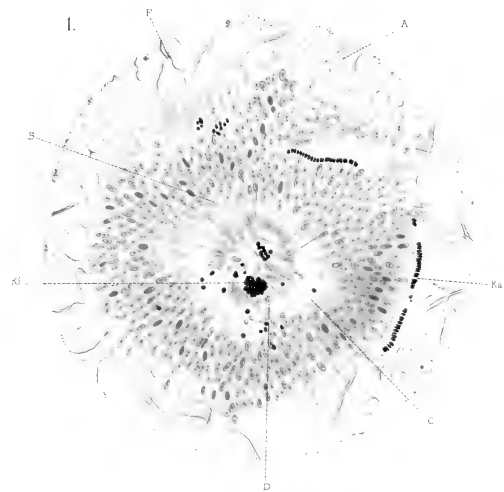






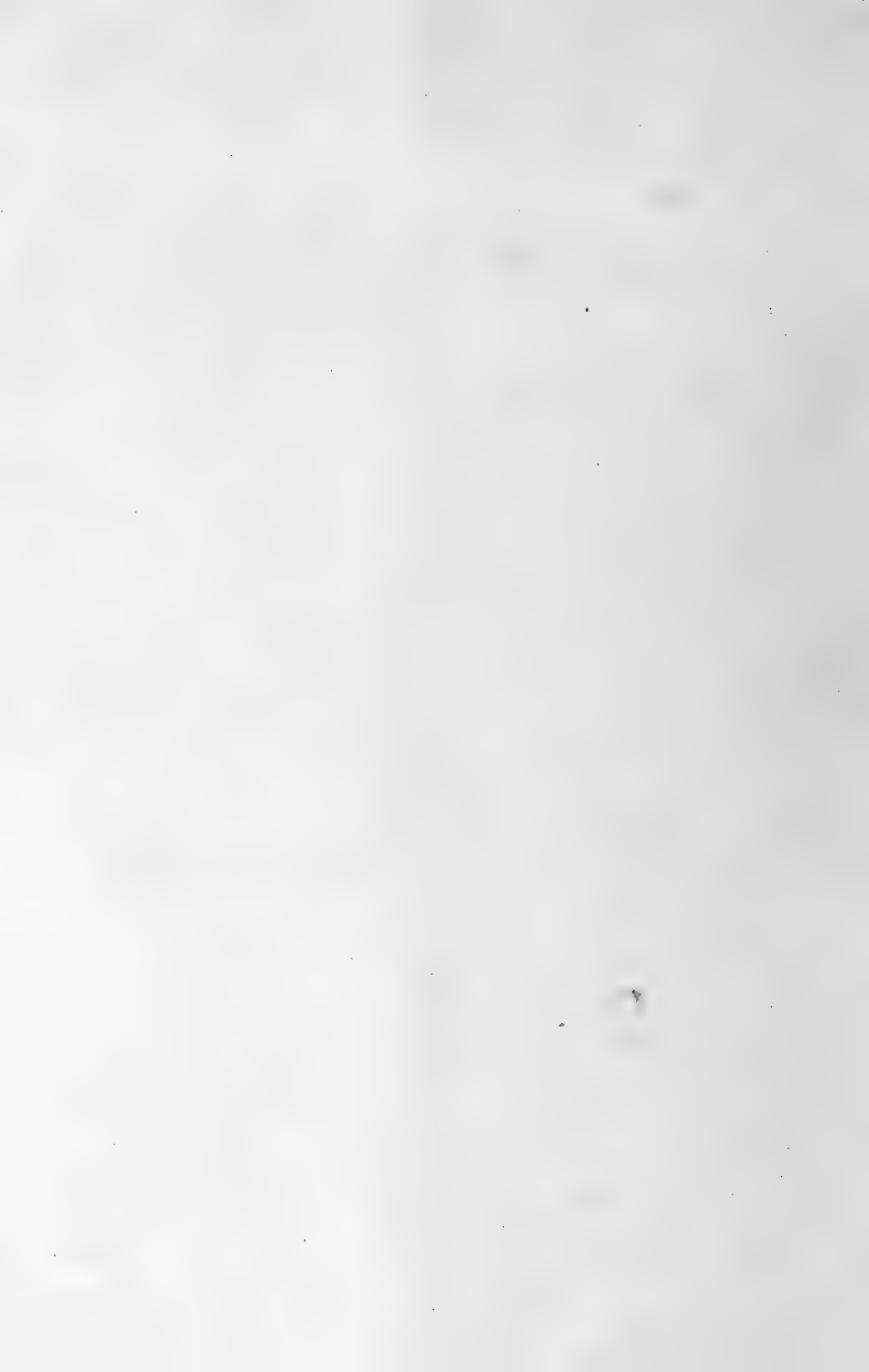




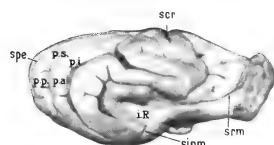
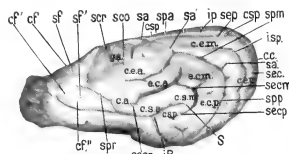








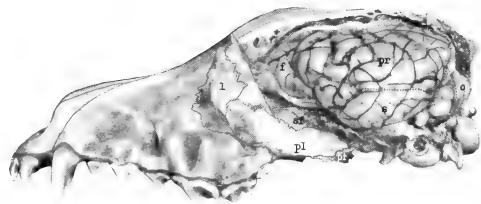




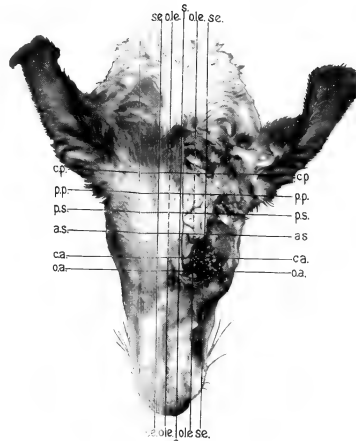
1



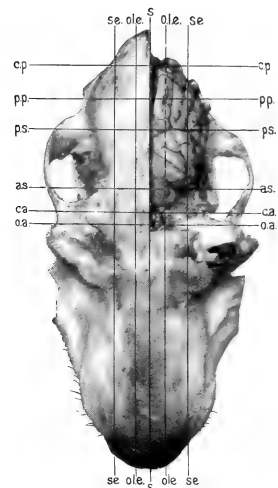
2



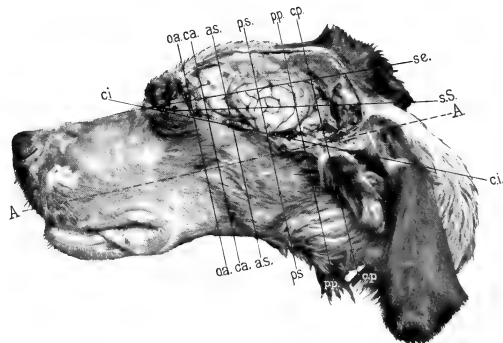
3



4



5

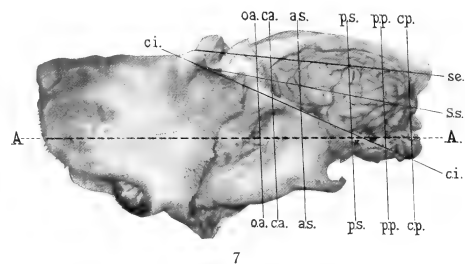


6

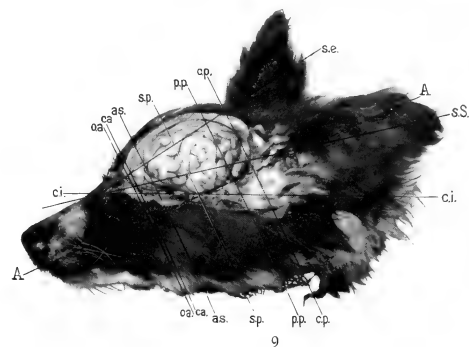




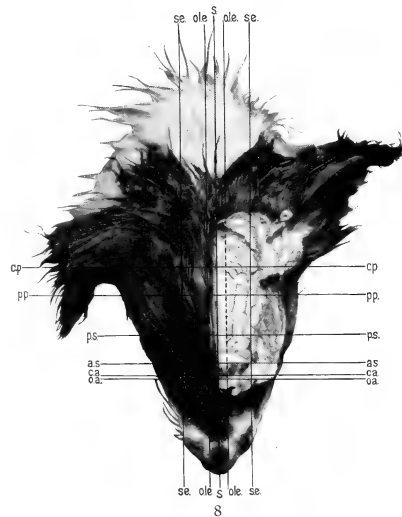




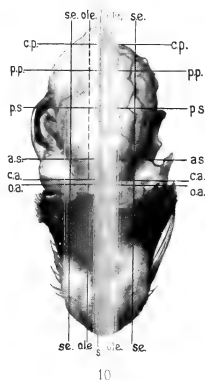
7



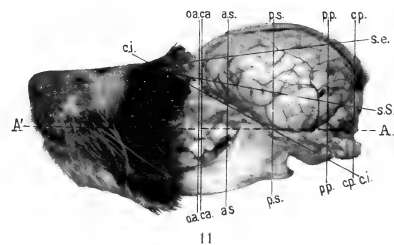
9



8



10



11





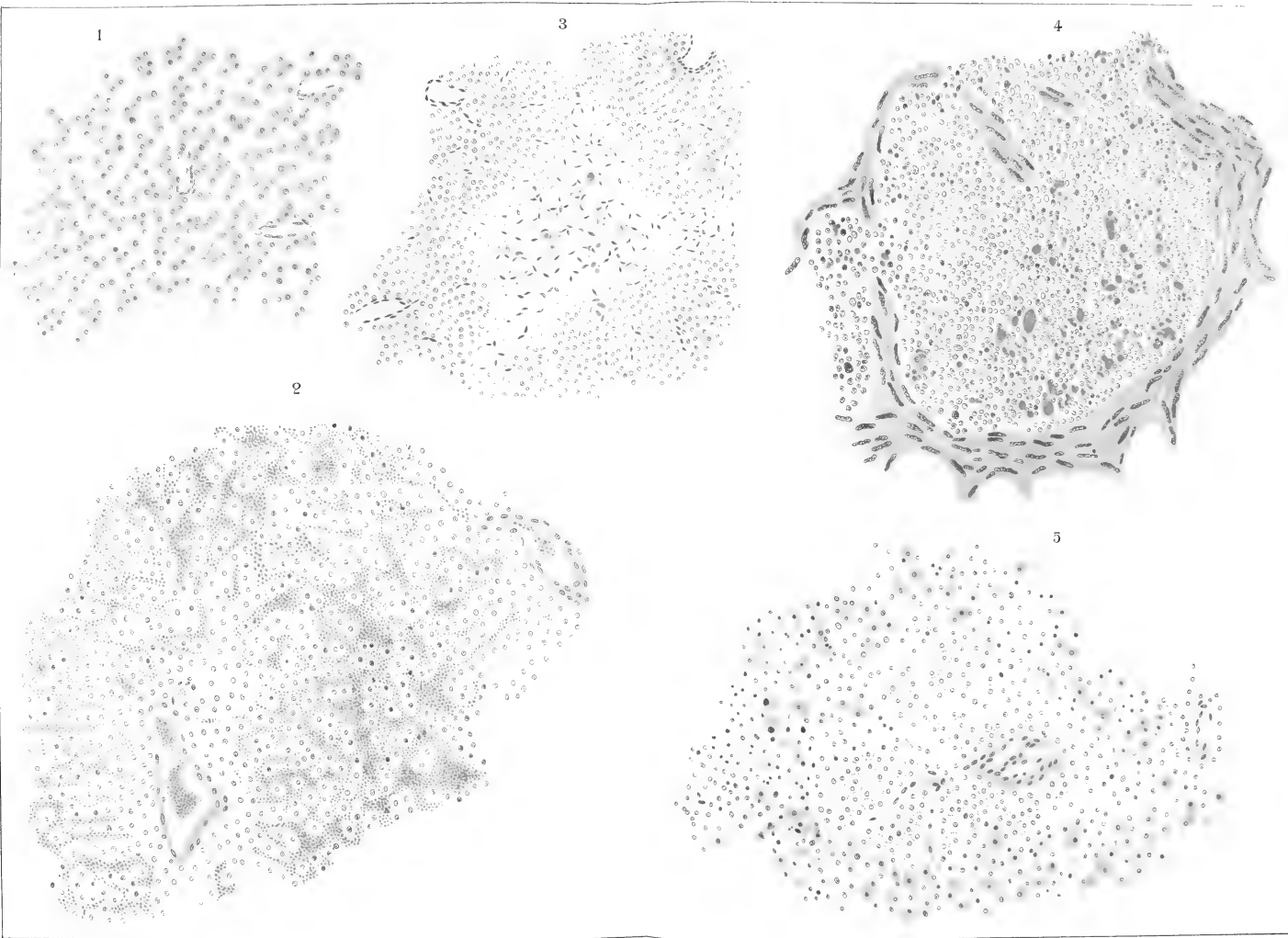
O. Rosenbaum, Über die Struktur der Grundsubstanz des Netzkorpels.













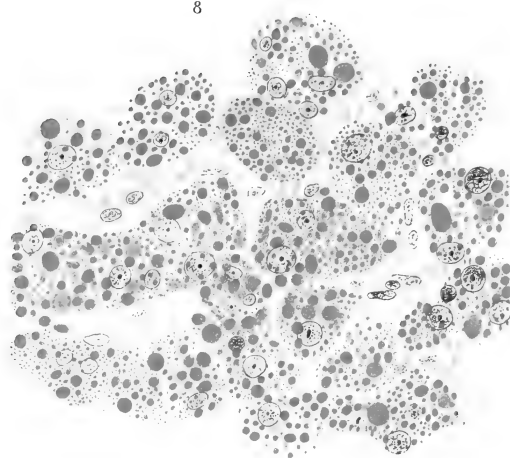




6



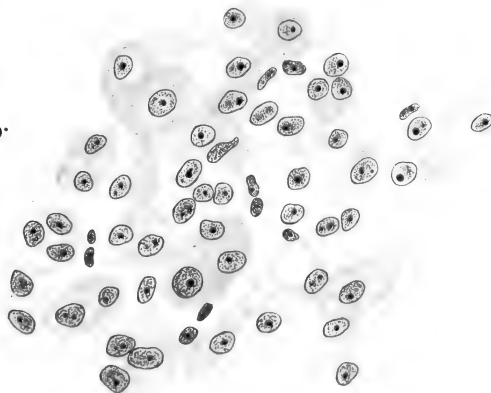
8



7



9



10











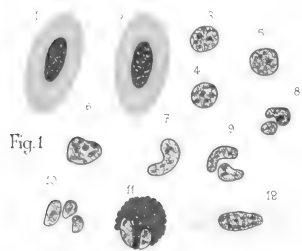


Fig. 1

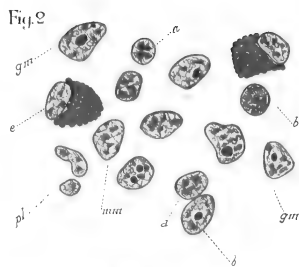


Fig. 2

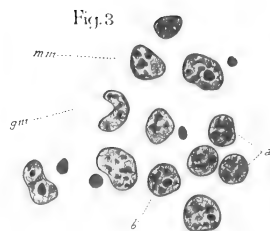


Fig. 3

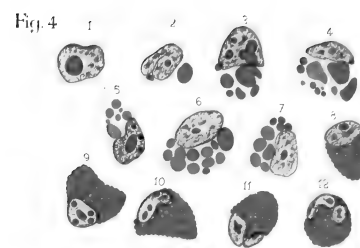


Fig. 4

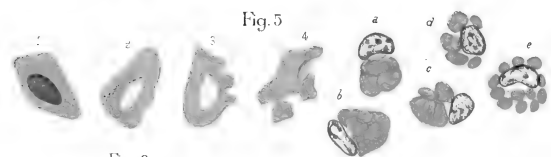


Fig. 5

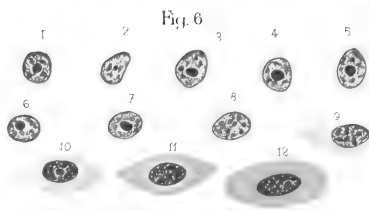


Fig. 6

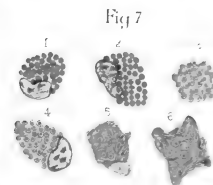


Fig. 7

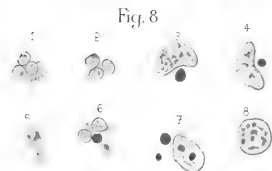


Fig. 8



Fig. 9

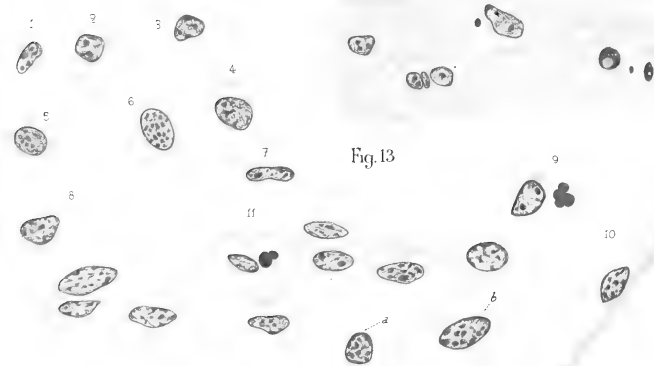


Fig. 10

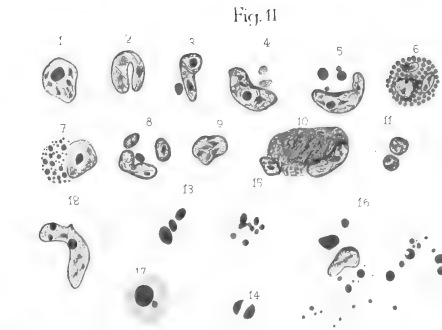


Fig. 11

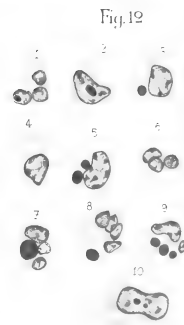


Fig. 12

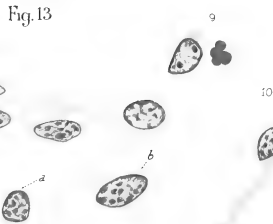


Fig. 13

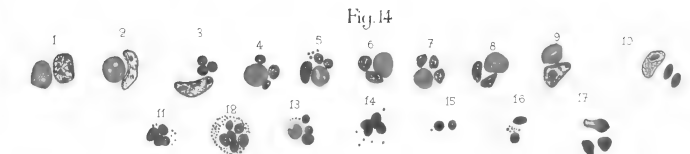
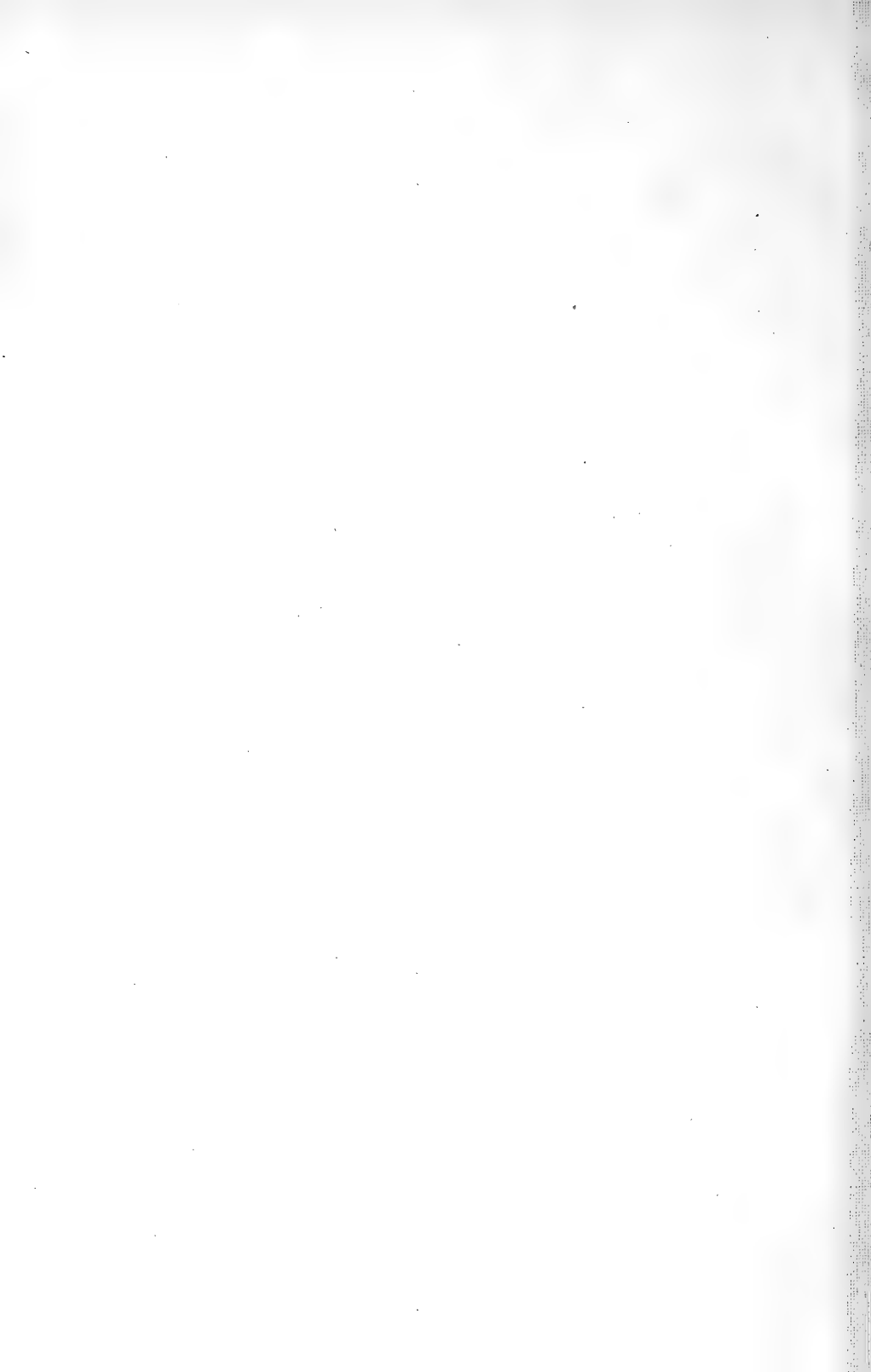


Fig. 14





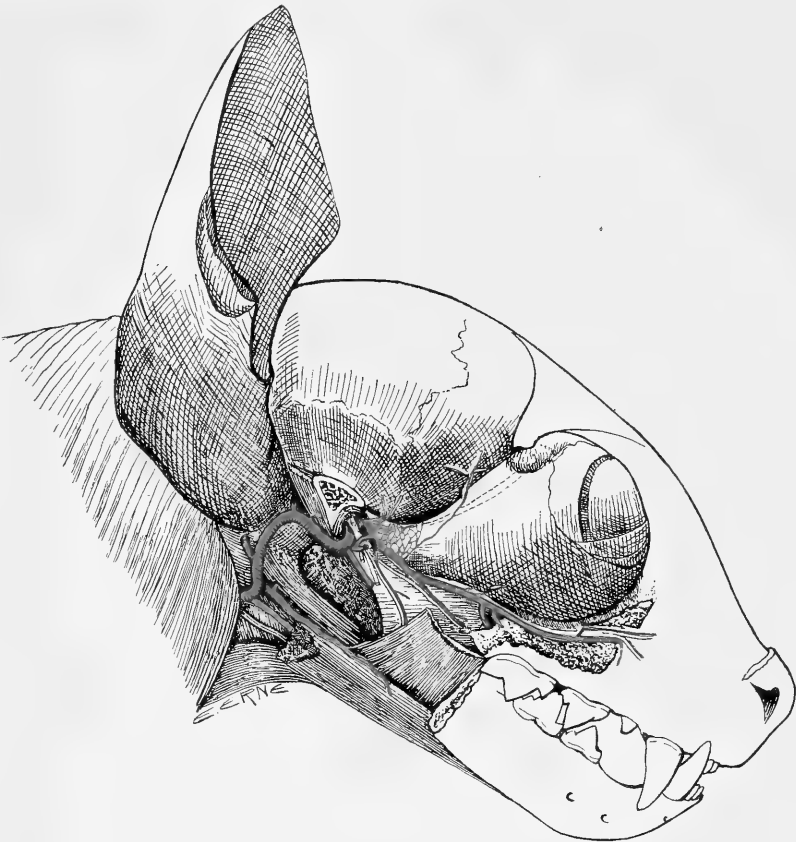


Fig. I

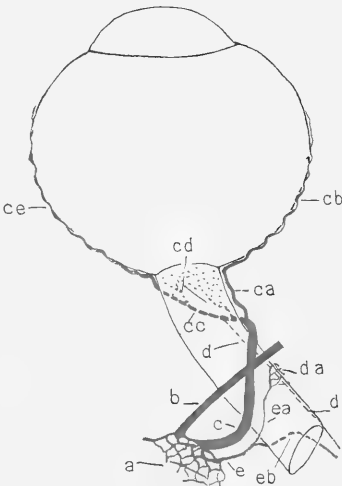


Fig. III

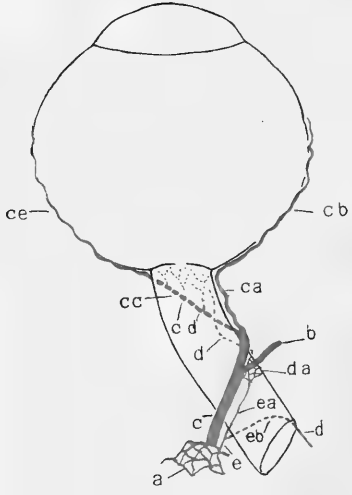


Fig. IV

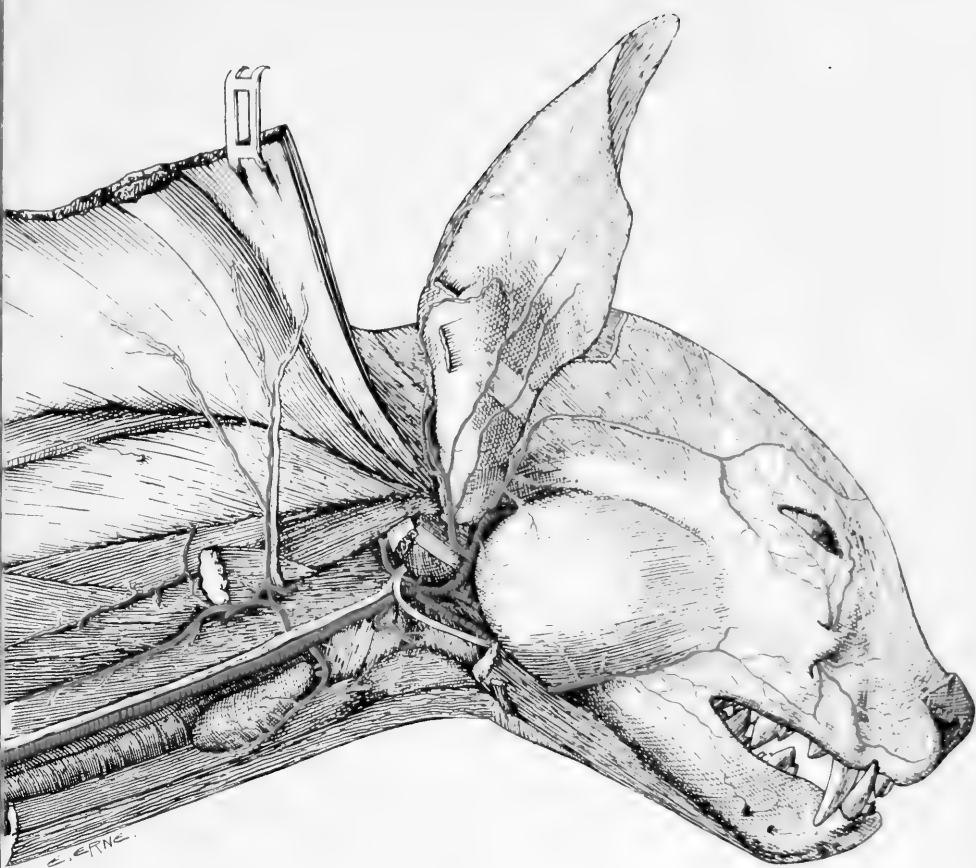


Fig. II

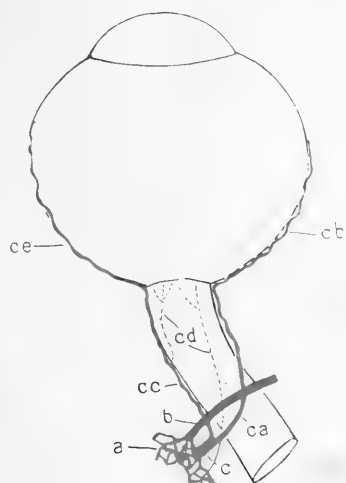


Fig. V

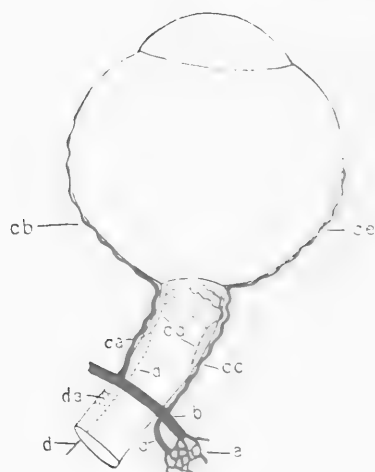
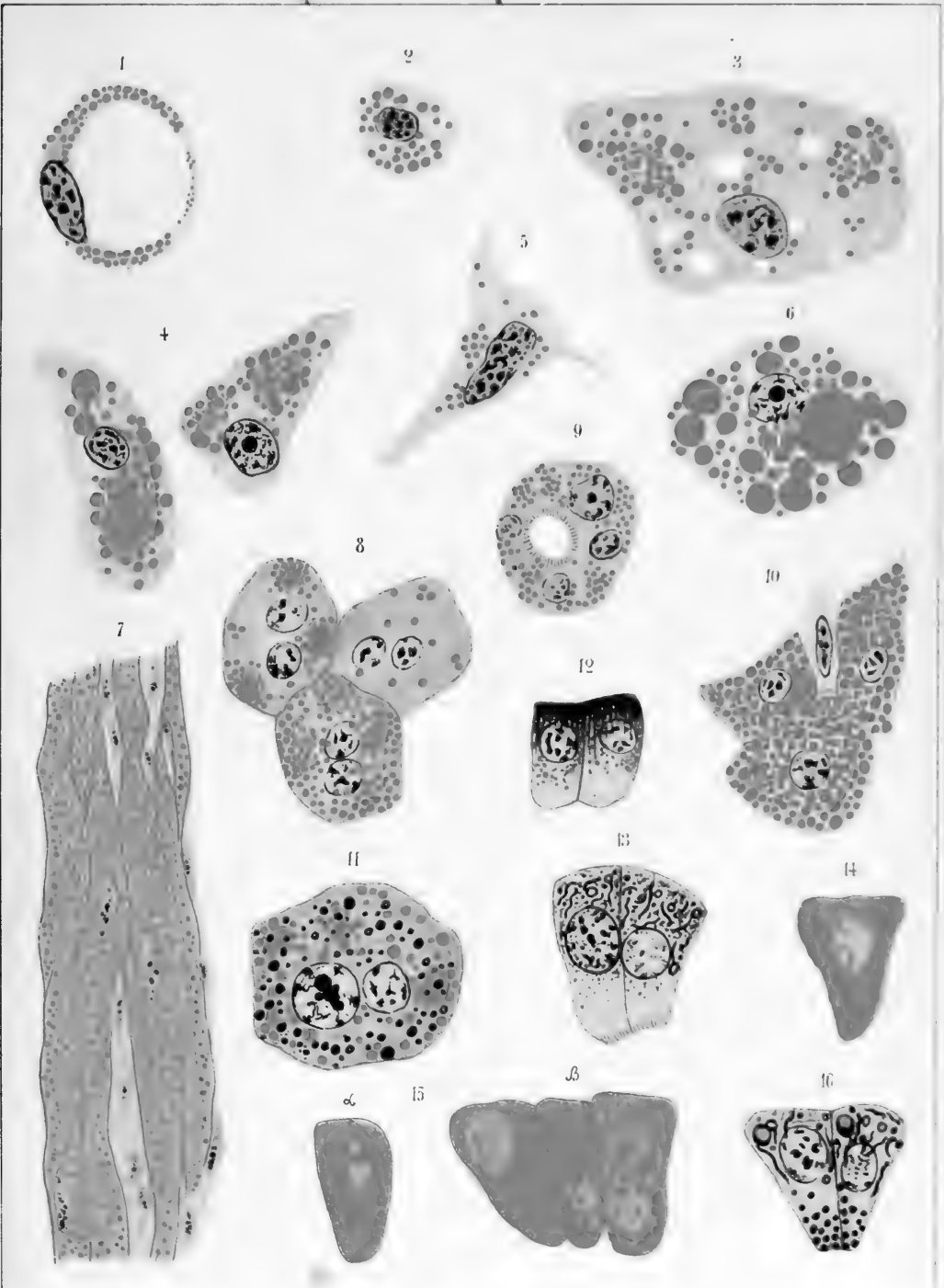


Fig. VI

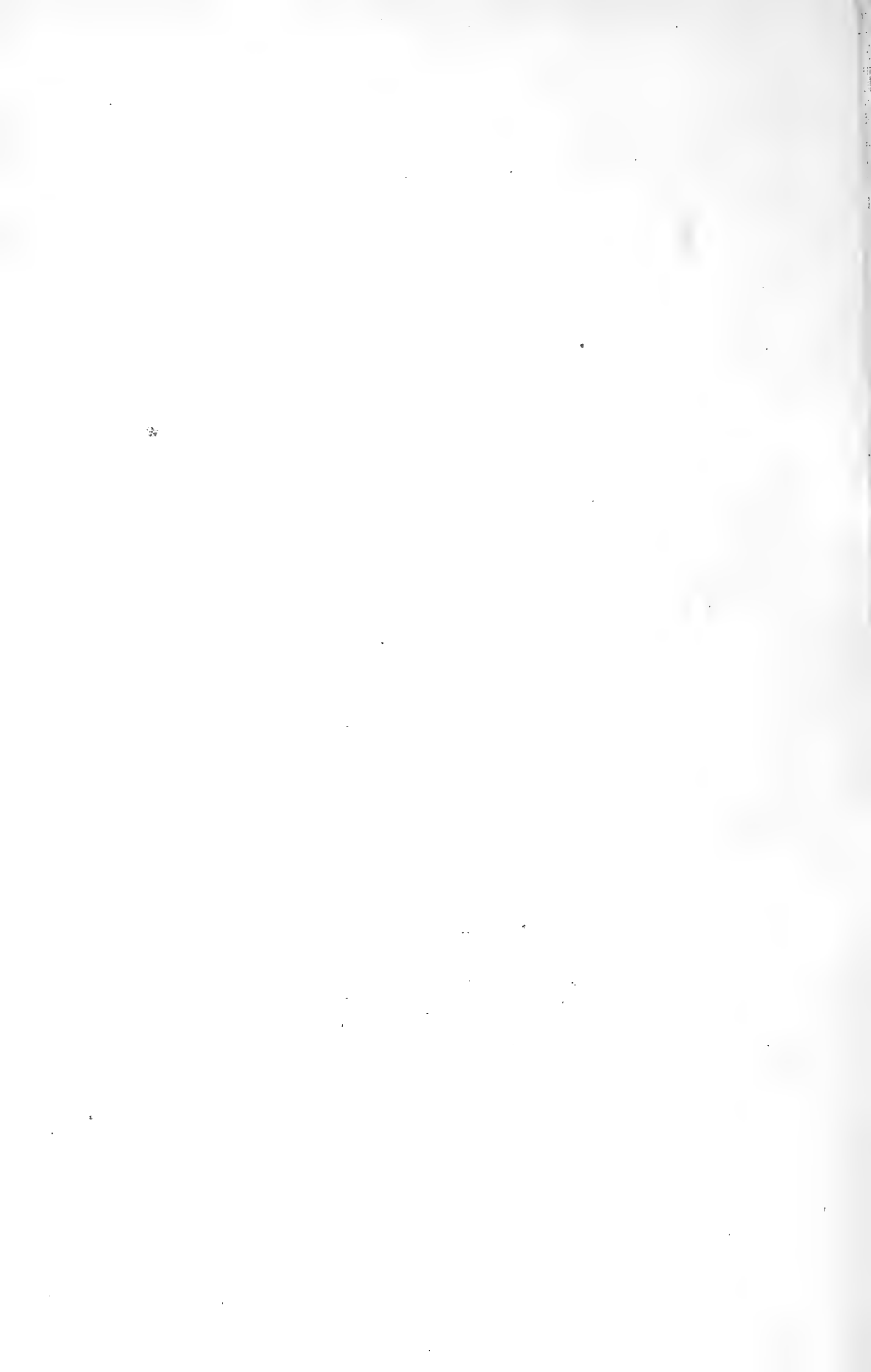






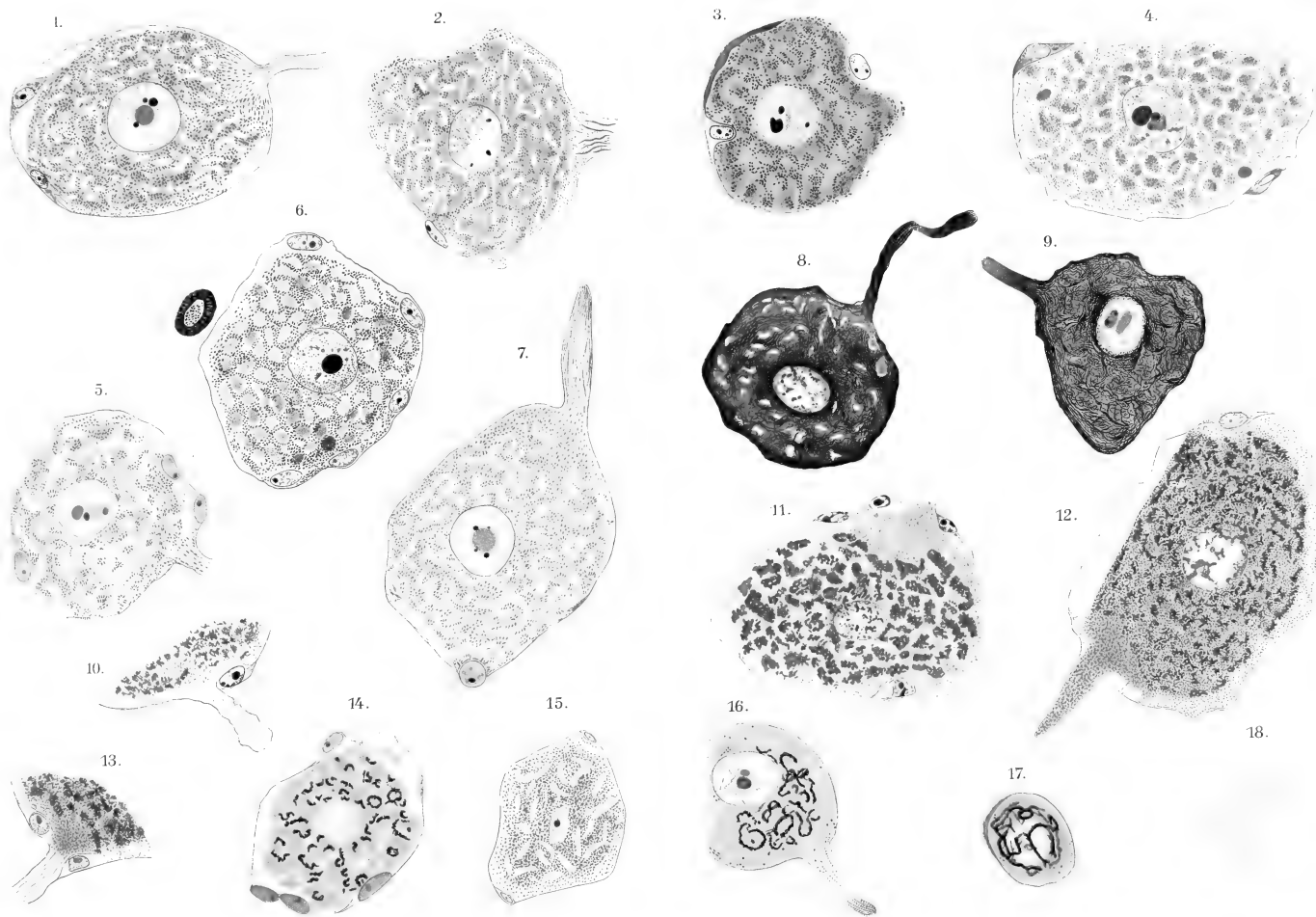
G.D'AGATA - Sulla genesi del grasso etc.  
Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

Dr. E. Bazzani e G. Rossi - Firenze



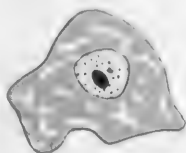




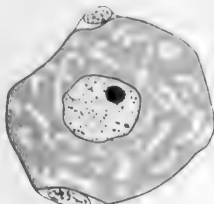




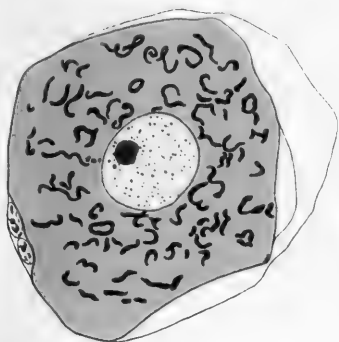
*Diffuse  
arrangement.*



19.



22.

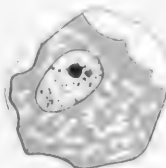


25.



28.

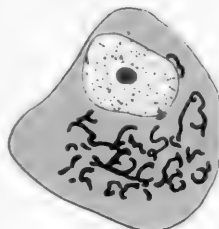
*Excentric  
arrangement.*



20.



23.



26.

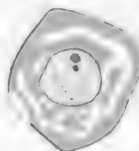


29.

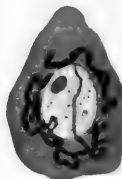
*Circumnuclear  
arrangement.*



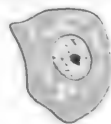
21.



24.



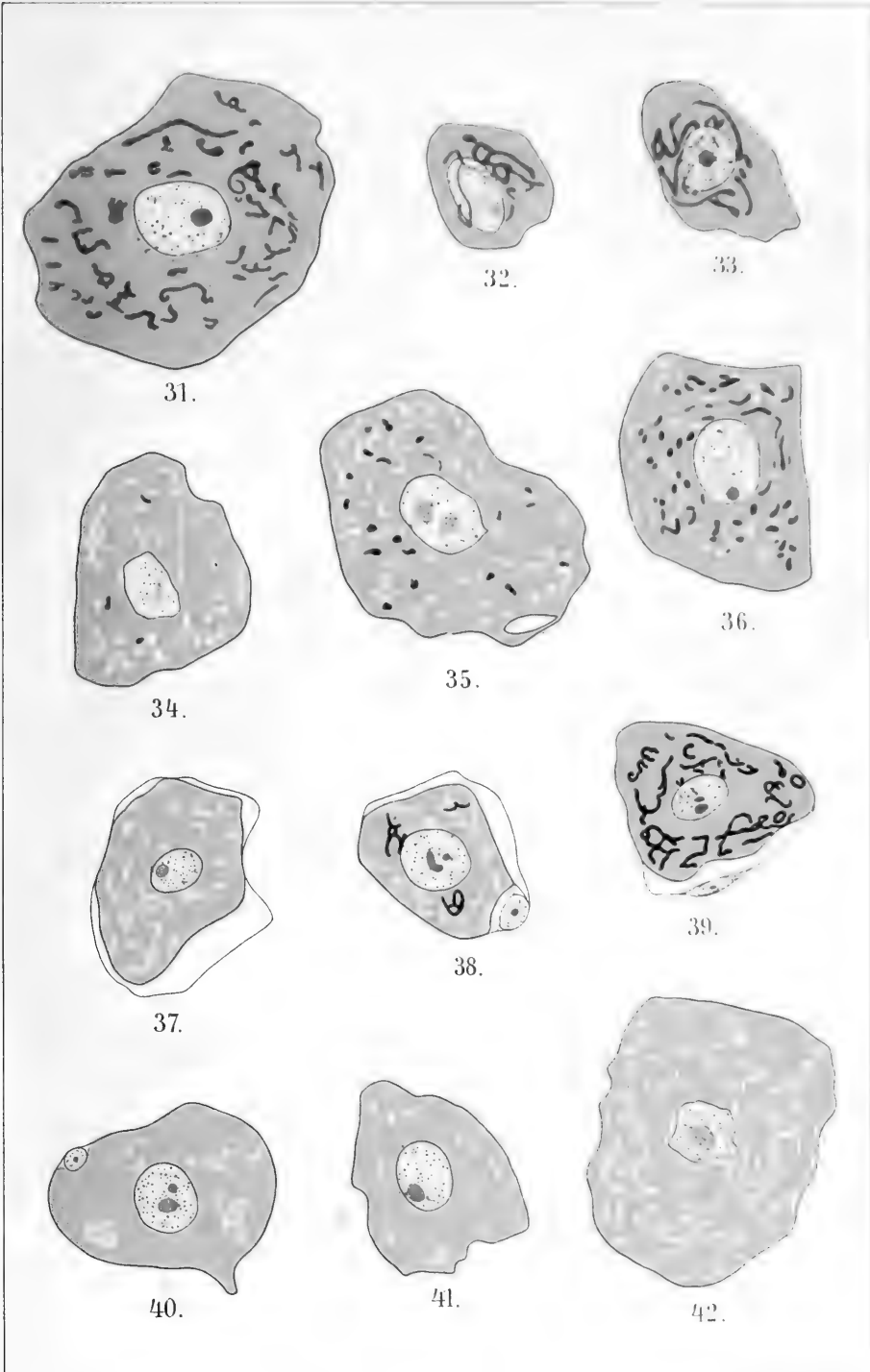
27.



30.







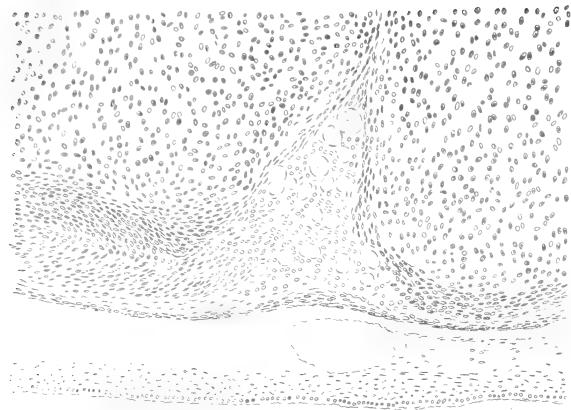
A.B. Streedain del.

1910. J. E. Cowdry. The relations of mitochondria etc.





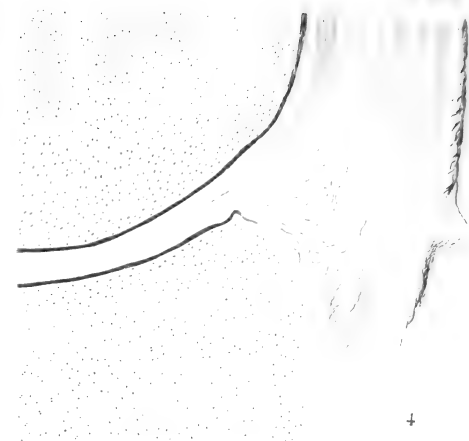




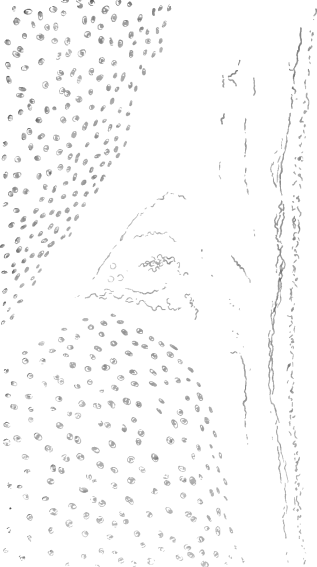
1



5



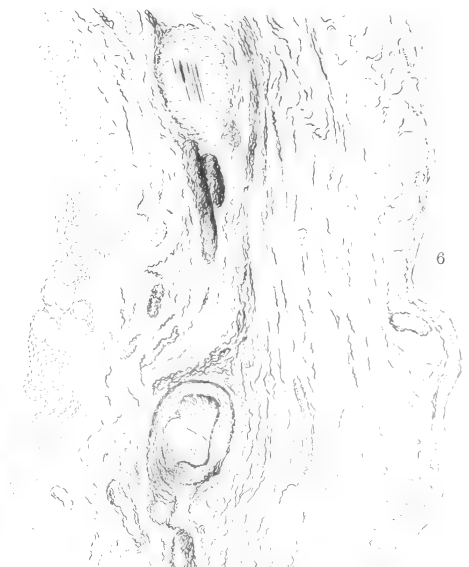
4



2



3



6













ERNST MAYR LIBRARY



3 2044 114 231 327

